3279
04
B.

REFERATELE

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

1

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI ■ BUCUREȘTI ■ XXXVI ■ IANUARIE 1984

OMAGIU

La 7 ianuarie întregul popor român va celebra un eveniment de o deosebită importanță: aniversarea zilei de naștere și a 45 de ani de activitate revoluționară ai tovarășei Elena Ceaușescu.

Istoria țării noastre, istoria — în general — a demonstrat, în repetate rînduri, că personalitățile dau măsura și dimensiunile exacte ale unui popor, sintetizînd în destinul lor exemplar întreg evantaiul de virtuți, resurse și năzuințe, eroismul și atașamentul imuabil față de libertate și progres ale unei națiuni independente.

Din această categorie de oameni aleși face parte academician dr. ing. Elena Ceaușescu, tovarășa de viață, de luptă și de muncă a celui mai iubit fiu al poporului, ctitorul civilizației românești contemporane, tovarășul Nicolae Ceaușescu.

Milioanele de femei din patria noastră, întreg poporul român văd, în viața și activitatea tovarășei Elena Ceaușescu, modul în care omul politic de mare anvergură, consecvent animat de flacăra spiritului revoluționar, savantul de reputație mondială, reformatorul inspirat din domeniul științei, învățămîntului, culturii și activităților social-obștești îmbină armonios istoricele răspunderi încredințate de partid și societate, cu acelea față de familie, în calitate de soție și mamă. Pentru noi toți, t o v a r ă ș a Elena Ceaușescu reprezintă un model viu și luminos, un simbol inestimabil al femeii române contemporane.

Cronica ultimelor cinci decenii a consemnat nenumărate exemple de participare strălucită a tovarășei Elena Ceaușescu, alături de incomparabilul conducător al partidului și statului nostru, tovarășul Nicolae Ceaușescu, la făurirea României moderne. Din anii de foc ai luptei revoluționare pentru împlinirea celor mai nobile aspirații ale clasei muncitoare și pînă azi, în epoca edificării socialismului multilateral dezvoltat, biografia acestei minunate fiice a poporului român se îngemănează cu istoria acestei țări. O biografie caracterizată de abnegație, sacrificii, consecvență, energie nestăvilită și fierbinte pasiune.

În cadrul Uniunii Tineretului Comunist s-a remarcat cu ocazia marilor manifestații antifasciste care au precedat cel de-al doilea război mondial. Astfel, alături de tînărul și înflăcăratul patriot și revoluționar Nicolae Ceaușescu, a contribuit activ la organizarea grandioasei manifestații de la 1 Mai 1939.

După izbucnirea războiului, a desfășurat o amplă activitate, numărîndu-se printre cei mai de seamă militanți ai partidului din perioada de ilegalitate.

În anii ce au urmat neuitatului august 1944, tovarășa Elena Ceaușescu s-a dedicat, cu aceeași pasiune, abnegație și forță de muncă, atît studiului, cît și activității politice. Printr-o voință de fier și o extraordinară energie, caracterizată de un efort continuu de autodepășire, a promovat, pas cu pas, în ierarhia răspunderilor politico-sociale, pentru a deveni ceea ce este astăzi: un ilustru om de știință, de reputație internațională, o remarcabilă personalitate politică, un cadru de bază în conducerea de partid și de stat, membru al Comitetului Politic Executiv al Comitetului Central al Partidului Comunist Român, prim viceprim-ministru al guvernului, președintele Consiliului Național pentru Știință și Tehnologie.

Fie că este vorba de elaborarea și înfăptuirea politicii interne și externe a partidului, de progresul și afirmarea științei românești, ori de așezarea învățămîntului pe baze noi, moderne, contribuția tovarășei academician doctor inginer Elena Ceaușescu este definitorie și determinantă.

Activitatea sa prodigioasă pe tărîmul științei constituie un strălucit exemplu pentru toți oamenii de știință din țara noastră.

Sub directa sa îndrumare, chimia românească a înregistrat o afirmare fără precedent. Astfel, trebuie subliniat faptul că, încă de la înființarea și organizarea sa sub conducerea directă a tovarășei Elena Ceaușescu, activitatea Institutului central de chimie a fost axată pe problemele prioritare ale dezvoltării și modernizării industriei chimice. Concepția sa modernă a imprimat cercetării un nivel superior, cu un profund caracter novator.

În prezent, cea mai mare parte din producția industriei chimice se obține în instalații proiectate și realizate în țară. De asemenea, peste 95% din obiectivele de investiții prevăzute în actualul cincinal au la bază tehnologii de concepție proprie.

Ca om de știință și cercetător, tovarășa academician doctor inginer Elena Ceaușescu are o contribuție originală esențială în domeniul chimiei macromoleculare. Lucrările domniei sale din acest domeniu, traduse și publicate în multe țări ale lumii, se bucură de o apreciere unanimă pe plan internațional, pentru valoarea lor de referință în ramurile de vîrf ale chimiei moderne.

În același context, trebuie subliniată concepția nouă, revoluționară, a tovarășei academician doctor inginer Elena Ceaușescu cu privire la locul și rolul omului de știință în societatea românească.

Ca președinte al Consiliului Național pentru Știință și Tehnologie, domnia sa promovează cu consecvență principiul integrării învățămîntului, cu cercetarea și producția, pentru valorificarea maximă a resurselor potențialului național de cercetare.

Din inițiativa sa au fost elaborate programe speciale pentru dezvoltarea în continuare a industriei chimice și a unor domenii de înaltă tehnicitate ca electronica și microelectronica, aeronautica, energia nucleară, chimia organică fină etc.

S-au pus bazele unei activități de cercetare cu caracter fundamental care să asigure tehnicile viitorului, în concordanță cu tendințele actuale din diverse domenii ale științei și tehnicii.

În prezent, gîndirea tehnică românească este puternic angajată pentru soluționarea practică a unui mănunchi de probleme esențiale pentru economia națională, cum ar fi dezvoltarea bazei de materii prime și energie, valorificarea superioară a resurselor naturale ale țării, reducerea intensivă a consumurilor de materiale și energie, limitarea importurilor și altele.

În conformitate cu concepția tovarășei academician doctor inginer Elena Ceaușescu, cercetarea trebuie să se afle, mereu, cu un pas înainte, nelimitîndu-se numai la problemele concrete, imediate, ale industriei și economiei, ci abordînd — în spirit dialectic — problemele noi, de perspectivă, pentru a putea așeza întreaga evoluție a societății noastre pe cele mai înalte culmi ale științei și tehnicii.

De numele tovarășei Elena Ceaușescu se leagă principalele realizări din domeniul învățămîntului. Contribuția sa competentă, substanțială, a făcut posibile trnsformarea învățămîntului preșcolar, prin organizare, cuprindere și conținut, în prima treaptă a sistemului educațional, generalizarea învățămîntului de 10 ani, dezvoltarea impetuoasă, structural-nouă, a învățămîntului liceal și superior, îmbunătățirea conținutului și desfășurării procesului instructiv-educativ.

Pornind de la concepția egalității depline între toți oamenii muncii, fără deosebire de naționalitate sau sex, promovată consecvent de Partidul Comunist Român, militantul politic Elena Ceaușescu, alături de secretarul general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu, a activat, neobosit, pentru emanciparea femeilor, pentru recunoașterea locului și rolului lor în viața social-politică, o consecință firească a participării lor egale la lupta pentru cucerirea puterii politice și edificarea noii societăți în care trăim.

Alocuțiunea rostită de academician doctor inginer Elena Ceaușescu la tribuna celui de-al XVI-lea Congres internațional de istorie a științei a formulat cu claritate poziția României, a președintelui Nicolae Ceaușescu, în ceea ce privește rolul oamenilor de știință în societatea contemporană, constituind un fierbinte apel adresat savanților din întreaga lume ca minunatele creații ale geniului uman să fie puse în slujba omului, a necesităților și aspirațiilor sale. Astăzi, cînd lumea modernă este confruntată cu probleme deosebit de grave, astăzi — mai mult ca oricînd — știința nu trebuie să devină un orb instrument de distrugere, ci o șansă și o garanție a păcii!.

Savantul Elena Ceaușescu se află în primele rînduri ale acestei încleștări decisive pentru soarta omenirii. Ca președinte al Comitetului Național Român „Oamenii de știință și pacea", tovarășa academician doctor inginer Elena Ceaușescu s-a devotat acestei cauze cu toată puterea sa de muncă și întreg prestigiul personalității sale științifice, pentru găsirea unui limbaj comun al tuturor oamenilor de știință și cultură de pretutindeni, în vederea mobilizării tuturor forțelor creatoare sub stindardul păcii și colaborării între popoare.

Participanții la cel de-al 44-lea Simpozion internațional PUGWASH, desfășurat în această toamnă la București, au omagiat — în repetate rînduri — activitatea rodnică a Comitetului Național Român „Oamenii de știință și pacea", care — sub conducerea tovarășei academician doctor inginer Elena Ceaușescu, președintele acestui organism — acționează cu fermitate și consecvență pentru transpunerea în viață a Programului de pace al României, inițiat de președintele țării, tovarășul Nicolae Ceaușescu.

Cu ocazia aniversării zilei de naștere și a 45 de ani de activitate revoluționară, constructorii de mașini urează tovarășei Elena Ceaușescu ani mulți și fericiți de viață rodnică, sănătate, putere de muncă și noi succese în activitatea pe care o desfășoară alături de tovarășul său de viață, de muncă și de luptă, secretarul general al partidului, președintele României, tovarășul Nicolae Ceaușescu, pentru binele și prosperitatea întregii națiuni, pentru pace și securitate internațională și se angajează de a participa — cu toate forțele și întreaga lor capacitate, pentru îndeplinirea sarcinilor ce le revin, în cadrul programului de dezvoltare multilaterală a României.

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXVI, nr. 1, ianuarie, 1984

CUPRINS

MOȚOIU, R. : **Calea prin care conceptele de clasificare a defectelor și de eficacitate a sortării definesc strategia calității** 1

CRIȘAN, GABRIELA : **Influența proiectării constructive și a tehnologiei de fabricație asupra uzurii pieselor motoarelor cu ardere internă** 5

STURZU, A. : **Unele considerații cu privire la noțiunile de precizie de prelucrare, dimensiune teoretică, dimensiune nominală și ajustaj** 15

STURZU, A. : **Propuneri cu privire la reconsiderarea noțiunilor de precizie de prelucrare, dimensiune nominală, dimensiune teoretică și ajustaj** 19

STANCU, MARIA, MEIU, M. : **Dispozitive de control pentru centrale nuclearo-electrice** 25

PIȚURESCU, I., HERGHELEGIU, P., ARION, S., POPESCU, E. : **Simulator pentru sistem de transport interoperațional în instalații automate de galvanizare** 29

PIȚURESCU, I., COTEȚ, G., MARINESCU, FL., RĂDULESCU, V. : **Modul autopropulsat ghidat prin fir** 32

ROȘCA, A., APOSTOLINA, ALEXANDRA : **Realizarea prin ștanțare a sitelor perforate pentru filtre** 36

Noutăți din țările socialiste

CÂRDU, M : **Echipamente termoenergetice cu performanțe ridicate realizate de industria cehoslovacă** 40

X X X

Sumarul anual pe probleme 45

Indice alfabetic pe autori 52

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonator științific : dr. ing. Gabriela Crișan

SUMARE

CZ : 658.562

Moţoiu, R. : **Calea prin care conceptele de clasificare a defectelor şi de eficacitate a sortării definesc strategia calităţii**

Făcînd o sinteză a mai multor concepte folosite curent în controlul calităţii, articolul stabileşte o strategie a calităţii şi obiectivele de atins. Punctele de pornire sînt clasificarea defectelor, conform sistemului de asigurare a calităţii (S.A.C.) pe cale de a fi implementat în I.C.T.C.M., şi un studiu original asupra eficacităţii trierii şi „presiunii" exercitate de producţie asupra controlorilor de calitate. Se stabilesc, de asemenea, după care se poate evalua calitatea tehnologiilor de lucru şi se analizează situaţia existentă în industria construcţiilor de maşini.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 1, 4 fig., 8 ref. bibl.

CZ : 621.431

Crişan, Gabriela : **Influenţa proiectării constructive şi a tehnologiei de fabricaţie asupra uzurii pieselor motoarelor cu ardere internă**

Calitatea autovehiculelor depinde de o serie de indicatori tehnologici, printre care : nivelul şi stabilitatea proprietăţilor mecanice ale materialului, calitatea suprafeţelor pieselor în contact, gradul de precizie în execuţia pieselor etc. Articolul analizează, sub acest aspect, cămăşile de cilindri, pistonul, segmenţii şi unele din organele sistemului de distribuţie al motorului, prezentînd soluţiile moderne folosite de firmele specializate. În concluzie, se arată tendinţele tehnologice actuale şi de perspectivă (perioada 1980—1990), în domeniul fabricării motoarelor pentru autovehicule.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 1, 11 fig., 7 tab., 16 ref. bibl.

CZ : 621.9.016 : 621.941

Sturzu, A. : **Unele consideraţii cu privire la noţiunile de precizie de prelucrare, dimensiune teoretică, dimensiune nominală şi ajustaj**

Articolul semnalează o serie de neajunsuri ale unor noţiuni existente în literatura de specialitate, precizate în titlu. Astfel, autorul demonstrează că, de exemplu, a considera dimensiunea teoretică egală cu dimensiunea nominală poate conduce la înţelegerea eronată a noţiunilor menţionate, cu toate implicaţiile ce derivă de aici.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 1, 6 fig., 6 ref. bibl.

CZ : 621.9.016 : 621.941

Sturzu, A. : **Propuneri cu privire la reconsiderarea noţiunilor de precizie de prelucrare, dimensiune nominală, dimensiune teoretică şi ajustaj**

Dimensiunea teoretică corespunde jumătăţii cîmpului de toleranţă (dimensiune medie). Eroarea de prelucrare dimensională diferă de abaterea efectivă, în sensul că prima trebuie considerată în raport de dimensiunea teoretică, iar cealaltă (ca, de altfel, şi abaterile-limită), în raport de dimensiunea nominală. Ajustajul precizează valoarea jocului sau a strîngerii, în cadrul asamblărilor, şi îşi păstrează semnificaţia numai dacă dimensiunea teoretică este considerată egală cu dimensiunea medie şi nu egală cu dimensiunea nominală. În acest (ultim) caz, toate tipurile de ajustaje (cu joc, cu strîngere şi intermediare) se reduc la unul singur — ajustajul alunecător, ceea ce nu satisface cerinţele funcţionale şi, totodată, conduce la acceptarea — ca bune — a unor piese care au dimensiunea efectivă în afara toleranţei prescrise.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 1, 10 fig., 10 ref. bibl.

CZ : 621.753.1

Stancu, Maria, Meiu, M. : **Dispozitive de control pentru centrale nuclearo-electrice**

Lucrarea prezintă două dispozitive de măsurare pentru carcasele sudate şi respectiv diafragmele turbinelor folosite la centralele electrice nucleare. Un dispozitiv este asemănător unei maşini de măsurat în trei coordonate, cu un singur suport, iar celălalt are un ax vertical, în jurul căruia pivotează un braţ orizontal de 3000 mm. Măsurările se realizează cu traductori incrementali de rotaţie, iar afişarea se face digital, pe bloc electronic.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 1, 4 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 621.81.87

Piţurescu, I., Herghelegiu, P., Arion, S., Popescu, E. : **Simulator pentru sistem de transport interoperaţional în instalaţii automate de galvanizare**

Se prezintă un nou mod de asimilare şi implementare a sistemelor industriale complexe de către atelierele de cercetare-proiectare. Este descris un simulator pentru sistem de transport interoperaţional în instalaţiile automate de galvanizare, sistem modulat pe mai multe nivele de automatizare, redondate, care permit o flexibilitate mare, cu aplicaţii diverse. Se arată dubla utilitate (informare şi formare) a celor care îl utilizează.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 1, 2 fig., 6 ref. bibl.

CZ : 621.86/87

Piţurescu, I., Coteţ, G., Marinescu, Fl., Rădulescu, V. : **Modul autopropulsat ghidat prin fir**

În cadrul lucrării este analizat un nou mod de transport tehnologic pentru sarcini mici, cu modul autopropulsat ghidat prin fir. Este prezentat un model realizat de ICTCM. Se descrie principiul de funcţionare, aplicaţii. Se arată avantajele în creşterea eficienţei şi calităţii producţiei, prin automatizarea procesului tehnologic după principiul descris.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 1, 7 fig., 4 ref. bibl.

CZ : 621.983.32

Roşca, A., Apostolina, Alexandra : **Realizarea, prin ştanţare, a sitelor perforate pentru filtre**

Articolul prezintă rezultatele obţinute în procesul de realizare a găurilor cu diametrul mai mic decît grosimea materialului, în table din oţel inoxidabil (grosime maximum 4 mm) şi în table submilimetrice din alamă (găuri şi fante). S-au adoptat poansoane cu ghidare continuă în nişte bucşe telescopice şi un set de pastile frezate. S-a avut în vedere forma poansoanelor şi alegerea jocurilor dintre poanson şi matriţă. Soluţiile propuse îşi găsesc o amplă aplicare în producţie, în domeniul industriei alimentare şi în cadrul combinatelor de hîrtie şi celuloză.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 1, 9 fig., 5 ref. bibl.

CONTENTS

DC : 658.562

Moţoiu, R. : **The Manner of Defining Quality Strategy by the Concepts of Fault Classification and Sorting Efficiency**

A synthesis of several concepts currently used in quality control helps the author to establish a quality strategy and the aims to be attained. The starting points include the fault classification according to the quality securing system (S.A.C.) in process of being implemented at I.C.T.C.M., and an original study on the efficiency of selection and of the pressure exerted by production upon the quality control. The criteria are also given of establishing the working technologies quality, while the present situation of mechanical engineering is analysed.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 1, 4 fig., 8 bibl. papers

---

DC : 621.431

Crişan, Gabriela : **Influence of Constructive Design and of Production Technology upon the Components Wear of Internal Combustion Engines**

Motor vehicle quality depends upon a series of technological pointers including : the condition and stability of the material mechanical properties, the surface quality of contact components, the accuracy degree of components manufacture etc. The paper makes a relevant analysis of the cylinder liners, piston, rings and af some components of the engine distribution system, while presenting the modern solutions used by specialist firms. The paper ends with the presentation of the present and long-term (the 1980—1990 period) technological trends in the field of motor vehicle engine manufacture.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 1, 11 fig., 7 tables, 16 bibl. papers

---

D.C. : 621.9.016 : 621.941

Sturzu, A. : **Some Considerations on the Notions of Processing Accuracy Theoretical Size, Intended Size and Fit**

The paper points out to a series of shortcomings of certain notions mentioned in the title and used by the specialist literature. The author thus demonstrates that when considering the theoretical size equal to the intended size, the above mentioned notions can be misunderstood, negative implications deriving therefrom.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 1, 6 fig., 6 bibl. papers

---

D.C. : 621.9.016 : 621.941

Sturzu, A. : **Proposals Concerning the Reconsidering of the Notions of Processing Accuracy, Intended Size, Theoretical Size and Fit**

The theoretical size corresponds to half of the tolerance field (average size). The size processing error differs from the effective variation, the former having to be considered with respect to the theoretical size, while the latter (like he limit variations) with respect to the intended size. The fit determines the clearance and clamping value of mountings and preserves its signification only if the theoretical size is considered equal to the mean size and not to the intended size. In the last case all fit types (with clearance, clamping and intermediary type) are reduced to a single one — sliding fit, that does not comply with the functional requirements and leads to the acceptance of components having the effective size outside the prescribed tolerance.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 1, 10 fig., 10 bibl. papers

---

DC : 621.753.1

Stancu, Maria, Meiu, M. : **Control Devices for Nuclear Electric Power Stations**

The paper presents two measuring devices for the welded turbine housings and diaphragms, respectively, used in nuclear electric power stations. One of the devices is similar to a Threecoordinates measuring machine with a single stand, while the second one is made up of a vertical shaft with a 3000 mm horizontal arm swivelling around it. Measurements are carried out by means of rotation incremental transducers, while an electronic unit secures the digital display.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 1, 4 fig., 5 bibl. papers

---

DC : 621.86/.87

Piţurescu, I., Herghelegiu, P., Arion, S., Popescu, E. : **Simulator for Interoperational Transport System in Automated Electroplating Installations**

The paper presents a new manner of taking up and implementing complex industrial systems by research — design shops. A simulator is described for an interoperational transport system in automated electroplating installations, a system modulated by several redundant automation levels enabling a great flexibility and various uses. The paper moreover shoms the system double utility (information and training) for those using it.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 1, 2 fig., 6 bibl. papers

---

DC : 621.86/.87

Piţurescu, I., Coteţ, G., Marinescu, Fl., Rădulescu, V. : **Self-propelled Cable Controlled Module**

The paper undertakes the analysis of a new manner of small load technological transport by a self-propelled cable controlled module. A prototype achieved by ICTCM is presented. The operating principle is descriebed, the fields of use are given. The advantages are shown in increasing the production efficiency and quality as a result of the technological proces automation according to the principle submitted.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 1, 7 fig., 4 bibl. papers

---

DC : 621.983.32

Roşca, A., Apostolina, Alexandra : **The Filter Sieve Punching**

The paper presents the results obtained in the process of achieving perforations of a diameter smaller than the material thickness for stainless steel sheets (maximum 4 mm thick) and for submillimetric brass sheets (holes and slits). Continuously guided punches in telescopic boxes were adopted alongside a set of milled tips. Account has been taken of the punches shape and of the choice of the clearance between punch and die. The solutions submitted can be widely used in the production process, in the field of the food industry and paper combines.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 1, 9 fig., 5 bibl. papers

SOMMAIRES

CD : 658.562

Moţoiu, R. : **Le moyen de définir la stratégie de la qualité par les concepts de classification des défauts et de l'efficience du tri**

En faisant une synthèse de plusieurs concepts couramment utilisés dans le contrôle de la qualité, l'article établit une stratégie de la qualité et les objectifs à atteindre. Les points de départ sont la classification des défauts, conformément au système d'assurer la qualité (S.A.C.) en voie d'être adopté à l'ICTCM, et une étude originale concernant l'efficience du tri et de la „pression" qu'exerce la production sur les contrôleurs de la qualité. On établit également le moyen permettant d'évaluer la qualité des technologies de travail et on analyse la situation existant dans l'industrie des constructions mécaniques.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 1, 4 fig., 8 réf.

CD : 621.431

Crişan, Gabriela : **L'influence exercée par la projection constructive et la technologie de fabrication sur l'usure des pièces des moteurs à combustion interne**

La qualité des véhicules automobiles dépend d'une série d'indicateurs technologiques, dont : le niveau et la stabilité des propriétés mécaniques du matériau, la qualité de la surface des pièces en contact, le degré de précision de l'exécution des pièces, etc. L'article analyse, sous cet aspect, les chemises des cylindres, le piston, les segments et certains organes du système de distribution du moteur, en présentant les solutions modernes utilisées par les firmes de spécialité. En conclusion, on montre les tendances technologiques actuelles et de perspective (la période 1980—1990) dans le domaine de la fabrication des moteurs destinés aux véhicules automobiles.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 1, 11 fig., 7 tabl., 16 réf.

CD : 621.9.016 : 621.941

Sturzu, A. : **Considérations au sujet des notions de précision d'usinage, de dimension théorique, de dimension nominale et d'ajustage**

Cet article signale une série de difficultés, précisées dans le titre, de certaines notions utilisées dans la littérature de spécialité. Ainsi, l'auteur montre, par exemple, qu'en considérant la dimension théorique égale à la dimension nominale est un fait susceptible de conduire à une compréhension erronée des notions mentionnées, accompagnée de toutes les implications dérivant de cette erreur.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 1, 6 fig., 6 ref.

CD : 621.9.016 : 621.941

Sturzu, A. : **Propositions concernant la réconsidération des notions de précision d'usinage, de dimension nominale, de dimension théorique et d'ajustage**

La dimension théorique correspond à la moitié de la plage de tolérance (dimension moyenne). L'erreur d'usinage dimensionnelle diffère de l'écart effectif, dans le sens que la première doit être considérée en fonction de la dimension théorique, tandis que le second (tout comme les écarts-limites, d'ailleurs) doit être considéré en fonction de la dimension nominale. L'ajustage précise la valeur du jeu ou du serrage, dans le cadre des assemblages, et il maintient sa signification seulement lorsque la dimension théorique est considérée égale à la dimension moyenne, non pas égale à la dimension nominale. Dans ce dernier cas, tous les types d'ajustages (à jeu, à serrage et intermédiaire) sont réduits à un seul type — l'ajustage glissant, ce qui ne satisfait pas les exigences fonctionnelles et, en même temps, conduit à accepter, en tant que bonnes, des pièces dont la dimension effective dépasse les bornes de la tolérance prescrite.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 1, 10 fig., 10 réf.

CD : 621.753.1

Stancu, Maria, Meiu, M. : **Dispositifs de contrôle pour les centrales électriques nucléaires**

Cet ouvrage présente deux dispositifs de mesure des carcasses soudées et des diaphragmes des turbines utilisées dans les centrales électriques nucléaires. L'un des dispositifs est semblable à une machine à mesurer en trois coordonée, avec un seul support, tandis que l'autre dispositif a un axe vertical autour duquel pivote un bras horizontal de 3000 mm. Les mesures sont réalisées avec des traducteurs incrémentaux de rotation, l'affichage est effectué de manière digitale sur bloc électronique.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 1, 4 fig., 5 réf.

CD : 621.88/.87

Piţurescu, I., Herghelegiu, P., Arion, S., Popescu, E. : **Simulateur pour système de transport inter-opérationnel dans les installations automatiques de galvanisation**

On présente un nouveau mode d'assimilation et de réalisation des systèmes industriels complexes, appliqué par les ateliers de recherches-projets. On décrit un simulateur pour le système de transport inter-opérationnel dans les installations automatiques de galvanisation ; ce système est modulé sur plusieurs niveaux d'automatisation, permettant une flexibilité plus grande, ayant des applications diverses. On montre la double utilité (information et formation) pour ceux qui l'utilisent.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 1, 2 fig., 6 réf.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 658.562

Moţoiu, R.: **Die Art und Weise in der die Begriffe der Klassifikation der Fehler und der Sortierungseffektivität die Qualitätsstrategie bestimmen**

Im Beitrag werden eine Synthese mehrerer Begriffe unternommen, die in der Qualitätskontrolle laufend angewandt werden, und eine Strategie der Qualität wie auch die zu erreichenden Ziele festgelegt. Ausgangspunkte dafür sind die Klassifikation der Fehler gemäß dem System zur Sicherung der Qualität (SAC) — das bei ICTCM in kürze eingeführt werden soll — und eine originale Studie der Effektivität der Sortierung und des von der Fertigung auf die Qualitätsüberprüfer ausgeübten „Druckes". Es werden desgleichen die Kriterien festgelegt, die eine Einschätzung der Qualität der Arbeitstechnologien ermöglichen. Analysiert wird auch die in der Maschinenbauindustrie bestehenden Lage.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 1, 4 Fig., 8 Lit.

DK : 621.431

Crişan, Gabriela: **Der Einfluß der konstruktiven Projektierung und der Fertigungstechnologie auf den Verschleiß der Bauteile der Verbrennungsmotoren**

Die Qalität der Kraftfahrzeuge hängt von einer Reihe von technologischen Daten ab, darunter der Reifegrad und die Stabilität der mechanischen Eigenschaften des Werkstoffes, die Qualität der sich im Kontakt befindenden Oberflächen der Bauteile, der Genauigkeitsgrad in der Ausführung der Bauteile u.a. Im Beitrag werden die Laufbüchsen, der Kolben, die Verdichtungsringe wie auch einige Teile des Verteilungssystems von diesem Standpunkt analysiert und die von den Fachfirmen verwendeten modernen Lösungen präsentiert. Abschließend werden der gegenwärtige und der zukünftige technologische Trend (für den Zeitraum 1980—1990) im Bereich der Fertigung von Kraftfahrzeugmotoren beschrieben.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 1, 11 Fig., 7 Tab., 16 Lit.

DK : 621.9.016 : 621.941

Sturzu, A.: **Einige Betrachtungen über die Begriffe Bearbeitungsgenauigkeit, theoretisches Maß, Nennmaß und Anpassungsverfahren**

Im Beitrag wird ein Reihe von Unzulänglichkeiten der im Titel angeführten Begriffe der Fachliteratur hervorge hoben. Der Autor demonstriert, daß anzunehmen z.B. daß das theoretische Maß mit dem Nennmaß gleich ist, zu einer fehlerhaften Auffassung der angeführten Begriff, mit allen sich daraus ergebenden Folgen, führen könnte.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 1, 6 Fig., 6 Lit.

DK : 621.9.016 : 621.941

Sturzu, A.: **Vorschläge zur Neubestimmung der Begriffe Bearbeitungsgenauigkeit, Nennmaß theoretisches Maß und Anpassungsverfahren**

Das theoretische Maß entspricht der Hälfte des Toleranzfeldes (Mittelmaßes). Der dimensionale Bearbeitungsfehler unterscheidet sich von der effektive Abweichung, das heißt, daß der erste im Verhältnis zum theoretischen Maß und die zweite (wie auch die Grenzabweichung) im Verhältnis zum Nennmaß betrachtet werden muß. Durch das Anpassungsverfahren wird der Wert der Spielweite oder des strammen Sitzes beim Zusammenbau bestimmt und es behält seine Bedeutung nur wenn das theoretische Maß mit dem Mittelmaß und nicht mit dem Nennmaß als gleich betrachtet wird. In diesem letzten Fall werden alle Anpassungstypen (Laufsitz, strammer Sitz, Übergangssitz) auf einen einzigen Typ — den Gleitsitz — reduziert, wass für die Betriebsanforderungen ungenügend ist und gleichzeitig die Zulassung von Werkteilen bewirkt, deren effektiven Maße von den vorgeschriebenen Toleranzen abweichen.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 1, 10 Fig., 10 Lit.

DK : 621.753.1

Stancu, Maria, Meiu, M.: **Überprüfungsvorrichtungen für Kernkraktwerke**

Im Beitrag werden zwei Vorrichtungen zur Messung der geschweißten Gehäuse und bzw. der Schilde der in den Kernkraftwerken verwendeten Turbinen beschrieben. Eine dieser Vorrichtungen ist einer Ein-Ständer-Maschine zum Messen in drei Koordinaten ähnlich, während die zweite über eine vertikale Achse verfügt, um die ein horizontal angebrachter, 3000 mm langer Arm geschwenkt wird. Die Messungen erfolgen über Inkremental-Drehgeber und die Anzeige, digital auf einem elektronischen Block.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 1, 4 Fig., 5 Lit.

DK : 621.86/.87

Piţurescu, I., Herghelegiu, P., Arion, S., Popescu, E.: **Ein Simulator eines innerbetrieblichen Transportsystems in den automatischen galvanotechnischen Anlagen**

Präsentiert wird ein neues Verfahren zur Überleitung in die Produktion und zur Ergänzung der komplexen Industriesysteme in den Forschungs — und Entwurfswerkstätten. Beschrieben wird ein Simulator eines innerbetrieblichen Transportsystems in den automatischen galvanotechnischen Anlagen, das für mehrere redundante Automatisierungsstufen modulartig entwickelt wurde, diese Automatisierungsstufen ermöglichen eine weitgehende Flexibilität und finden in verschiedenen Einsatzbereichen Anwendung. Es wird auch das doppelte Nutzen (Information und Formation) der Anwender hervorgehoben.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 1, 2 Fig., 6 Lit.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК : 658.562

Моцою Р. : **Пути определения стратегии качества у понятий классификации дефектов и эффективности сортировки**

Синтетизируя ряд текущих понятий, используемых для контроля качества, статья определяет стратегию качества и предстоящие задачи. Исходные пункты следующие : классификация дефектов, согласно системе обеспечения качества (S.A.C.) в стадии освоения в рамках института I.C. T.C.M., и оригинальное изыскание об эффективности сортировки и „давления" продукции над контролерами качества. Определяются, также, критерии, по которым определяется качественность рабочих технологий и анализируется существующее в машиностроительной промышленности положение.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 1, 4 рис., 8 лит.

ДК : 621.431

Кришан, Габриела : **Влияние конструктивного проектирования и производственной технологии на износ деталей двигателей внутреннего сгорания**

Качество автомобилей зависит от ряда технологических показателей, в том числе : от уровня и стабильности механических свойств материала, качества поверхностей встречающихся деталей, степени прецизионности изготовления деталей и т.д. Статья анализирует, с этой точки зрения, рабочую поверхность цилиндра, поршень, сегменты и ряд органов распределительной системы двигателя и представляет новейшие решения, используемые фирмами по специальности. В заключении, даются актуальные и перспективные технологические тенденции (период 1980—1990 гг), в области изготовления автомобильных двигателей.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 1, 11 рис., 7 табл., 16 лит.

ДК :621.9.021.941

Стурзу, А. : **Ряд мнений о понятиях прецизионности обработки, теоретической величине, номинальной величине и коррекции.**

Статья подчеркивает ряд недостатков ряда существующих понятий литературы по специальности, определенных в глаавии. Автор демонстрирует, что, считать теоретическую величину равную номинальной может вести к ошибочному пониманию вышеуказанных понятий, со усеми их вследствиями.

„Construcţia de maşini" 36 (1984),
н. 1, 6 рис., 6 лит.

ДК : 621.016 : 621.941

Стурзу, А. : **Предложения о реконсидерации понятий прецизионности обработки, номинальной величины, теоретической величины и коррекции.**

Теоретическая величина соответствует половине среднего размера. Ошибка размерной обработки различается от реального отклонения. Первую должно считать в зависимости от теоретической величины, о другую, а также предельные отклонения — в зависимости от номинальной величины. Коррекция определяет значение паза или зажима при сборке, и сохраняет свое значение лишь если теоретическая величина считается равной средней величине а не равной номинальной. В этом последнем случае все типы коррекции (с пазом, зажимом и промежуточные) равняются скользящейся коррекции, что не удовлетворяет функиональные требования и ведет к принятию — как полезные — тех деталей с размером вне определенной допустимости.

„Construcţia de maşini" 36 (1984),
н. 1, 10 рис., 10 лит.

ДК : 621.753.1

Станку Мария, Мею М. : **Устройства контроля для атомно-электростанций**

Работа представляет два устроиства измерения для сварных каркасов и соответсвенно диафрагм турбин, используемых на АЭС. Одно устройство похоже на измерительную машину на трех координатах, на одном суппорте, а другое имеет вертикальную ось, вокруг которой вращается горизонтальный рычаг размером 3000 мм измерения реализуются вращающимися инкрементальными датчиками, а чтение — дигитальное, на элекктронном блоке.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н 1, 4 рис., 5 лит.

ДК : 621.86/87

Пицуреску И., Хергеледжиу П., Арион С., Попеску Е.: **Симулятор системы межоперациольной транспортировки на автоматических установках гальванизации**

Представляется новый способ освоения и использования комплексных промышленных систем в проектно-исследовательских отделах. Описывается симулятор системы межоперациональной транспортировки на автоматических установках гальванизации, многоступунчатая модульная система автоматизации, избыточности, содействующие высокую гибкость и различное применение. Дается двойное применение (информаций и формирование) для использователей.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 1, 2 рис., 6 лит.

ДК : 621.86/87

Пицуреску И., Котец Г., Маринеску Фл., Рэдулеску В. : **Самодвижущий модуль, направленный через сеть**

Работа анализирует новый способ технологической транспортировки для небольших нагрузок, с самодвижущемся модулем, направленным через сеть. Представлена модель, разработанная институтом I.C.T.C.M. Описывается рабочий принцип и применение и даются выгоды для повышения эффективности и качественности продукции путем автоматизации технологического процесса, согласно описываемому принципу.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 1, 7 рис., 4 лит.

ДК : 621.983.32

Рошка А., Апостолина Александра : **Штамповочное изготовление перфосит для фильтров**

Статья представляет результаты, полученные в процессе получения отверстий диаметром меньше толщины материала, из нержавеющей листовой стали (толщина, не более 4 мм) и из подмилиметровой листовой латуни (отверстия и щели). Освоены пуансоны непрерывного направления в телескопических втулках и набор нарезанных шайб. Имели в виду форму пуансонов и выбор зазоров между пуансоном и штампом. Предлагаемые решения находят широкое применение в продукции пищевой промышленности и на целлюлознобумажных комбинатах.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 1, рис., 5 лит.

CZ : 621.18:621.125:621.65/.69

Cîrdu, M.: **Echipamente termoenergetice cu performanţe ridicate realizate de industria Cehoslovacă**

În articol se prezintă caracteristicile tehnice şi constructive ale celor mai importante echipamente termoenergetice (cazan de abur, turbine cu abur, pompă de alimentare) realizate în ultima perioadă de industria constructoare de maşini din R.S. Cehoslovacă, echipamente care au fost prezentate la Tîrgul tehnic internaţional de la Brno în luna septembrie 1983.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 1, 9 fig., 1 tab.

CD : 621.18:621.125:621.65/.69

Cîrdu, M.: **Equipements thermo-énergétiques de hautes performances, réalisés par l'industrie tchécoslovaque**

L'article présente les caractéristiques techniques et constructives des équipements thermo-énergétiques (chaudieres à vapeur, turbines à vapeur, pompe d'alimentation) les plus importants, réalisés dernièrement par l'industrie des constructions mécaniques de la République Socialiste de Tchécoslovaquie; ces équipements ont été présentés à la Foire technique internationale de Brno, septembre 1983.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 1, 9 fig., 1 tabl.

DC : 621.18:621.125:621.65/.69

Cîrdu, M.: **High Performance Thermopower Equipment Achieved by the Czechoslovak Industry**

The paper presents the technical and structural characteristics of the most important thermopower equipment (steam boiler, steam turbines feed pump) lately achieved by the mechanical engineering industriy of the Socialist Republic of Czechoslovakia. The relevant equipments were presented at the Brno International Technical Fair in September 1983.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 1, 9 fig., 1 table

CD : 621.86/.87

Piţurescu, I., Coteţ, G., Marinescu, Fl., Rădulescu, V.: **Module autopropulsé guidé par fil**

Dans cet ouvrage on analyse un nouveau mode de transport technologique pour charges petites, à l'aide d'un module autopropulsé guidé par fil. On présente un modèle réalisé par ICTCM et on décrit son principe de fonctionnement et ses applications. On montre les avantages — la hausse de l'efficience et de la qualité de la production — obtenus par l'automatisation du processus technologique selon le principe décrit.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 1, 7 fig., 4 réf.

DK : 621.86/.87

Piţurescu, I., Coteţ, G., Marinescu, Fl., Rădulescu, V.: Selbstangetriebenes, über Seil geleitetes Modul

Im Beitrag wird ein neues technologisches Transportverfahren für kleine Lasten mit selbstangetriebenem über, Seil geleitetem Modul analysiert. Beschrieben werden das Funktionsprinzip und die Anwendungsbereiche. Hervorgehoben werden die Vorteile, die in der Steigerung der Effektivität und der Qualität der Produktion durch die Automatisierung des technologischen Prozesses nach dem beschriebenen Prinzip, erzielt werden.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 1, 7 Fig., 4 Lit.

CD : 621.983.32

Roşca, A., Apostolina, Alexandra: **La réalisation, par estampage, des tamis perforés pour filtres**

Cet article présente les résultats obtenus par la réalisation des trous à diamètre inférieur à celui de l'épaisseur du matériau — tôle en acier inox (épaisseur maximale de 4 mm) et tôle de laiton à épaisseur inférieure à 1 mm (trous et fentes). On a adopté des poinçons à guidage continu dans des manchons télescopiques et un jeu de pastilles fraiseés. On a tenu compte de la forme des poinçons et du choix des jeux entre le poinçon et la matrice. Les solutions proposées sont amplement appliquées en production, dans le domaine de l'industrie alimentaire et dans les grands combinats de papier et de cellulose.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 1, 9 fig., 5 réf.

DK : 621.983.32

Roşca, A., Apostolina, Alexandra: **Die Herstellung der perforierten Filtersiebe durch das Stanzverfahren**

Im Beitrag werden die Ergebnisse beschrieben, die bei der Ausführung der Löcher erzielt wurden, deren Durchmesser kleiner als die Werkstoffdicke ist, in nicht rostenden Stahlblechen von max. 4 mm Dicke und in unter 1 mm dicken Messingblechen (Löcher und Schlitzen). Verwendet wurden Lochmeißel mit kontinuierlicher Steuerung in Teleskopbüchsen und ein Satz von gefrästen Tabletten. Dabei wurden die Form der Lochmeißel und die Wahl des Spiels zwischen Lochmeißel und Matrize berücksichtigt. Die vorgeschlagenen Lösungen finden in der Production, im Bereich der Nahrungsmittelindustrie und in den Papier — und Zellulosekombinaten weitgehende Anwendung.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 1, 9 Fig., 5 Lit.

DK : 621.18:621.125:621.65/.69

Cîrdu, M.: **Leistungsstarke Wärmekraftanlagen, die von der tschechoslowakischen Industrie gebaut werden**

Im Beitrag werden die bautechnischen und die Betriebskennwerte der wichtigsten Wärmekraftanlagen (Dampfkessel, Dampfturbinen, Speisepumpe) beschrieben, die in der letzten Zeit von der Maschinenbauindustrie in der Tschechoslowakischen Sozialistischen Republic erstellt und auf der Internationalen technischen Messe in Brno, im September 1983 ausgestellt wurden.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 1, 9 Fig., 1 Tab.

ДК : 621.18 : 621.125 : 621.65.69

Кырду М.: **Теплоэнергетическое оборудование с высоким к п.д., реализованное чехословацкой промышленностью**

Статья представляет технические и конструктивные характеристики наиболее важного теплоэнергетического оборудования (паровой котел, паровая турбина, насос снабжения), реализованное на последний период машиностроительной промышленностью Чехословацкой С.Р. Это оборудование было выставлено на Международной технической ярмарке в Брно, в сентябре 1983 г.

Construcția de mașini, 36 (1984), н. 1, 9 рис., 1 табл.

ATTENTION !

Foreign readers can subscribe through ILEXIM — Serviciul export-import presă. P.O. Box. 136—137— telex : 11226, București, str. 13 Decembrie, nr. 3

ATTENTION !

Les lecteurs étrangèrs de la revue pourront prendre des abonaments par ILEXIM — Serviciul — export-import presă P.O. Box 136—137 — telex : 11226, București, str. 13 Decembrie, nr. 3.

ACHTUNG !

Ausländische Leser können sich abonnieren durch ILEXIM — Serviciul export-import presă. P.O. Box 136—137 — telex : 11226, București, str. 13 Decembrie, nr. 3.

ВНИМАНИЕ !

Читатели иностранных стран могут абонироваться при ILEXIM — Serviciul export-import presă. P.O. Box 136—137 — telex : 11226, București, str. 13 Decembrie, nr. 3.

Revista „CONSTRUCȚIA DE MAȘINI", organ al Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini din Republica Socialistă România. Redacția la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcțiilor de mașini, cu sediul în București, Calea Victoriei 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poștal la ICTCM, șos. Olteniței nr. 105, București, sector 4, pentru revista „Construcția de mașini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Ploiești" str. Transilvaniei, nr. 29.

CZ : 658.562

Calea pe care conceptele de clasificare a defectelor și de eficacitate a sortării definesc strategia calității

Ing. Radu MOȚOIU — I.C.T.C.M. — București

Clasificarea defectelor este unul din cele mai active concepte folosite în controlul calității cu foarte mari implicații. Clasificarea se poate face după două criterii : al gravității defectului și al rolului funcțional și la montaj. Sursele de informații sînt diferite :

— clasificarea după gravitatea (implicațiile) defectării se bazează pe datele obținute din urmărirea exploatării ;

— datele pentru rolul funcțional și la montaj se pot obține prin analiza proiectului.

În funcție de natura produsului, cele două cîmpuri de date se pot suprapune în totalitate sau parțial. Din această cauză, pe plan mondial, se vor regăsi atît sisteme care utilizează ambele criterii, cît și sisteme care folosesc numai clasificarea după implicațiile defectării. Sistemul de asigurare a calității (SAC) pe cale de a fi implementat în construcția de mașini folosește clasificarea după ambele criterii.

Avînd efectuată această clasificare se deschid multiple posibilități de aplicare a unor noi metode de control și evaluare a calității ca : stabilirea planurilor de control statistic de recepție de la furnizori și al producției proprii, metoda demeritelor, teste de verificări, tehnologii de control etc.

În baza datelor din manualul de control al calității al Societății „OLTCIT" — Craiova (respectiv Citröen — Franța), și adaptat sistemului SAC, în tabelul 1 se prezintă o propunere a criteriilor de stabilire a planurilor de control exprimate în valori AQL (Acceptable Quality Level) (fracțiuni defective). Acest tabel, specific pentru industria auto, poate constitui și obiectivul pe care să-l atingă diversele tehnologii de fabricație și pe care trebuie să-l garanteze tehnologiile de control. Cu unele modificări ale valorilor AQL, asemenea tabele se pot alcătui pentru diferitele profile din ramura construcțiilor de mașini sau chiar din alte ramuri industriale.

Analiza eficacității controlului de calitate și a capabilității tehnologiilor de fabricație va arăta unde trebuie pus accentul și efortul necesar de obținere a calității.

Teoretic, eficacitatea controlului trebuie să fie în mod constant 100%. Dar nu este așa. Monotonia operațiilor, oboseala progresivă și imperfecțiunile psihicului operatorilor ca și erorile instrumentelor de măsurat fac ca să existe o probabilitate ca piese conforme să fie respinse, iar piese neconforme să fie acceptate (fig. 1). Procentul de decizii greșite este funcție de :

Valori maxime AQL

Tabelul 1

Rol în funcționare	Direct		Indirect		Fără
Garanții fabricație	nu	da	nu	da	—
Critic	0,004.... 0,04	0,04...0,15	0,65...1	1...1,5	6,5
Major	0,65...1	1...1,5		1,5...2,5	
Minor A	1,5...2,5	2,5...4		4...6,5	10
Minor B					

— raportul dintre eroarea de fidelitate (ε) a instrumentului de măsură și toleranța de verificat (uzual $\varepsilon/T = 1/5 \ldots 1/10 \ldots 1/20$ maximal) ;

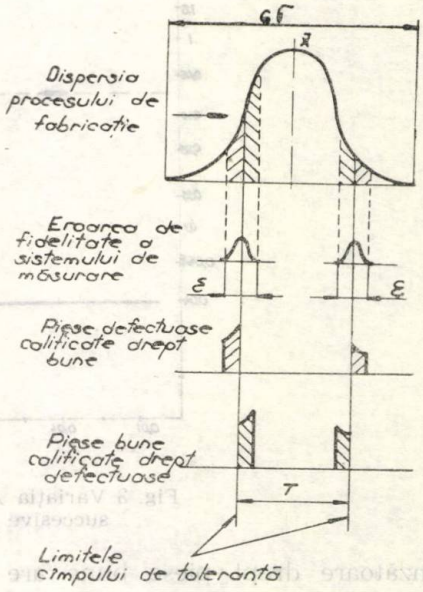


Fig. 1 Erorile de decizie datorate instrumentului de control.

— probabilitatea de rebut, respectiv :

— centrarea procesului tehnologic față de cîmpul de toleranță ;

— raportul dintre dispersia procesului tehnologic și toleranță ($6\sigma / T$).

Rebutarea de piese bune conduce la pierderi economice. Calificarea unor piese neconforme drept piese bune are consecințe mai grave, deoarece scade eficacitatea controlului permițînd ca piese să fie introduse în montaj și să genereze ulterior defecte sau avarii în exploatare.

Folosind tabelele distribuției normale s-au trasat domeniile de variație ale eficacității unei singure trieri în diagrama din figura 2. Se constată că eficacitatea unei singure trieri (control 100%) — respectiv proporția în care se extrage rebutul din cel prezentat — scade odată cu scăderea probabilității de rebut. Eficacitatea devine ZERO cînd probabilitatea de

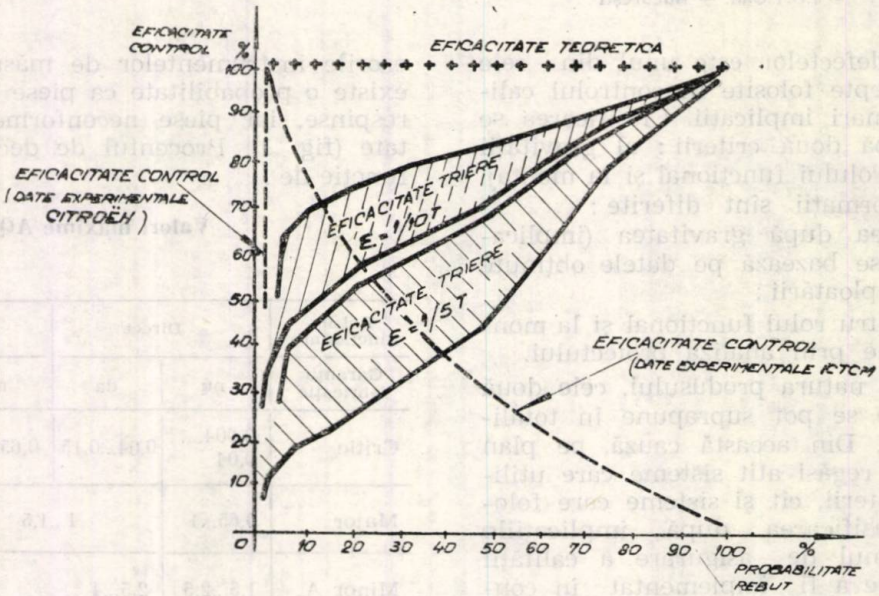


Fig 2 Eficacitatea controlului.

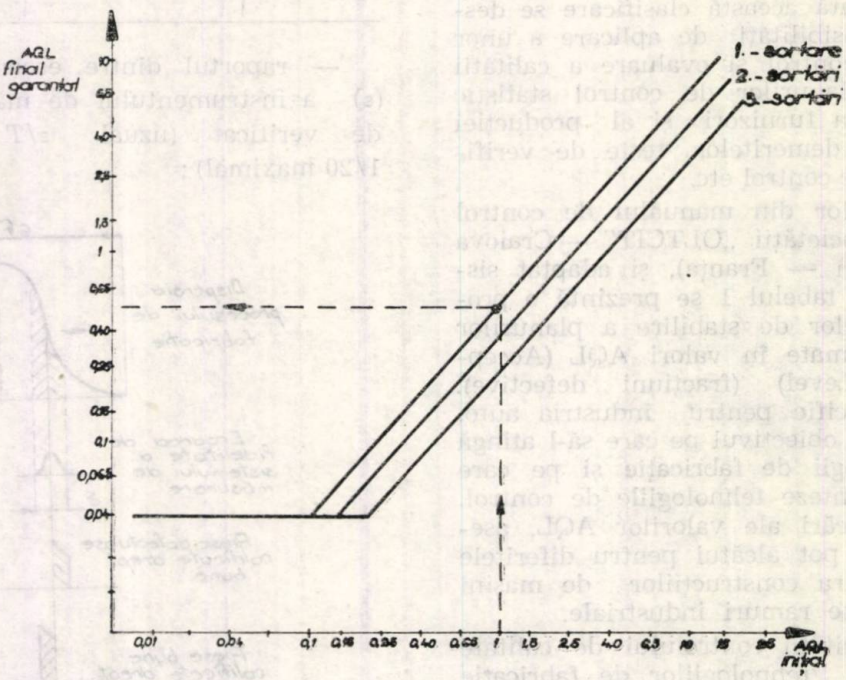


Fig. 3 Variația AQL a unui lot de probe prin sortări succesive ($\varepsilon = 1/10\ T$.

rebut într-un lot este sub 0,04% (respectiv AQL $\leq$ 0,04 — fig. 3). Acest fenomen studiat teoretic, este confirmat de experimentul efectuat de firma Citröen între anii 1949—1951 prin măsurarea a 250.000 piese.

In graficul din figura 2 este arătată curba experimentală Citröen.

Tot în acest grafic este prezentată și curba eficacității controlului, stabilită prin date experimentale culese de I.C.T.C.M. între anii 1972 ... 1975. Curba se referă la posibilitățile mari de rebut și dovedește că există o permanentă scădere a eficacității care atinge din nou valoarea ZERO la 100% rebut.

rioară eficacității controlului dovedește o presiune a secțiilor de producție asupra controlului calității, pentru a nu reduce ritmul de fabricație. (Se folosește „ce este", chiar dacă nu corespunde). Fenomenul acesta, cunoscut uneori în practica producției, a fost prezentat și analizat de experții japonezi Oshimura, Kano și Ishikawa la Congresul A.S.Q.C. de la San Francisco din 1981. El a fost observat în unele țări în curs de dezvoltare industrială, din Asia și America Latină.

Cu ajutorul curbelor de eficacitate a controlului din figura 2 s-a alcătuit diagrama structurală a folosirii pieselor fabricate

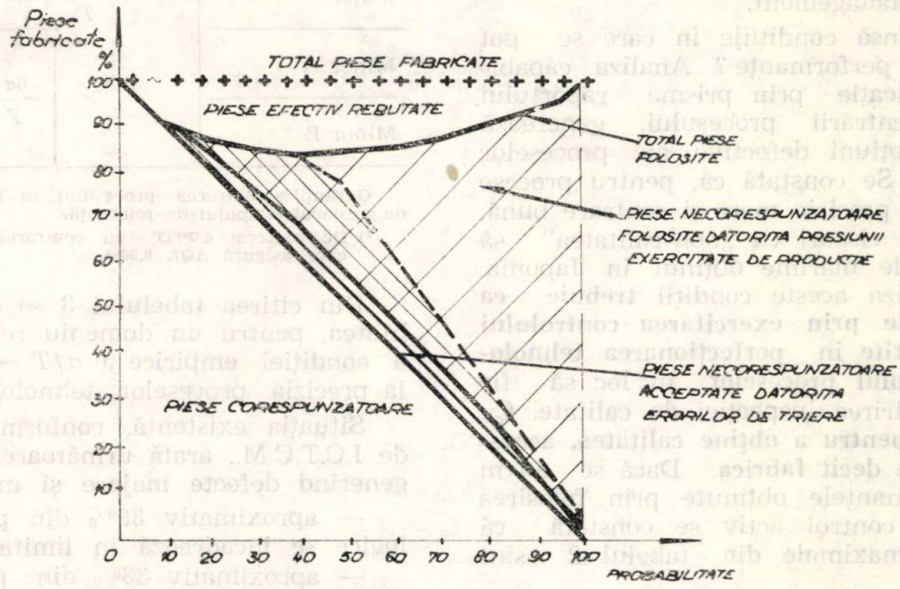


Fig. 4 Structura medie a calității pieselor din produsele livrate.

Curba I.C.T.C.M. se referă la controlul final al unor piese clasificate ca generînd defecte majore și moderate. Zona în care eficacitatea trierii (ca operație singulară) este superioară (fig. 4). Se constată că nu se rebutează mai mult de 10 ... 15% din fabricație indiferent de calitatea obținută. Cantitatea de piese necorespunzătoare folosite datorită erorilor

Fracțiunile defective ale proceselor

Tabelul 2

$\frac{6\sigma}{T}$	1/10 T (σ)	Probe rebut la centrare perfectă	Cite 1/10 T se poate deplasa $\overline{X}$ ca probabilitatea de rebut să fie maximă						AQL asigurat de proces pentru deplasarea lui X cu ... față de mijlocul lui T	
			1^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	$\pm 0{,}1\ T$	$\pm 0{,}2\ T$
1,2	0,5	$1{,}2 \times 10^{-2}$	1,4	—	—	—	—	—	2	10
1,0	0,6	2×10^{-3}	1,7	0,6	—	—	—	—	1	6,5
0,9	0,66	1×10^{-3}	2	1	0	—	—	—	0,4	2,5
0,8	0,75	2×10^{-4}	2,4	1,4	0,4	—	—	—	0,65	2,5
0,7	0,86	$1{,}6 \times 10^{-5}$	3	2	1,2	0,6	—	—	0,04	0,25
0,6	1	6×10^{-7}	3,7	2,7	1,9	1,3	0,7	0,2	0,0025	0,15
0,5	1,2	2×10^{-10}	4,7	3,7	2,9	2,3	1,7	1,2	0,0001	0,015

de sortare variază, de asemenea, în funcție de probabilitatea de rebut (respectiv de capabilitatea proceselor tehnologice, conform curbelor respective trasate în fig 4) și este de aproximativ 1 ... 10%.

Ținînd seama de erorile inerente ale aparaturii de control și de faptul că prin triere nu se poate coborî sub AQL $\leqslant$ 0,04%, situația devine aproape descurajantă dacă se are în vedere faptul că în industria cu experiență avansată din Europa și America de Nord ordinul de mărime al „noncalității" este 1/1000 ... 1/10.000, iar în Japonia este 1/100.000 cu tendința spre 1/1.000.000, conform cu unele date recent publicate în revista International Management.

Care sînt însă condițiile în care se pot realiza aceste performanțe ? Analiza capabilității de fabricație prin prisma raportului $6\,\sigma/T$ și a centrării procesului, generează datele de fracțiuni defective ale proceselor din tabelul 2. Se constată că, pentru procese tehnologice cu precizie mare și centrare bună, se pot asigura riscuri ca „non-calitatea" să aibe ordinul de mărime obținut în Japonia. Pentru a realiza aceste condiții **trebuie ca datele obținute prin exercitarea controlului să fie reinvestite în perfecționarea tehnologiilor și controlul proceselor** în loc să fie folosite la întărirea inspecției de calitate. Cu alte cuvinte : **pentru a obține calitatea, aceasta nu se poate decît fabrica.** Dacă se au în vedere performanțele obținute prin folosirea aparaturii de control activ se constată că peformanțele maximale din tabelul 2 sînt realizabile.

Fiind știut că nu toate procesele de fabricație au de la bun început capabilitatea necesară, fapt căruia i se adaugă inerentele dereglări ce apar în timp, devine perfect justificată una din concluziile raportului japonez prezentat la Congresul ASQC de la San Francisco, amintit mai înainte, că **în efectuarea acțiunilor de îmbunătățire este esențial să se țină seama de datele statistice pe care le deține controlul de calitate și ca aceste acțiuni de îmbunătățire să nu se facă numai pe seama experienței conducerii întreprinderilor și a personalului tehnico-ingineresc.** Este acel „feed-back" de la producție la concepția tehnologică, ce trebuie să devină o realitate.

Adoptînd ca normă că media procesului tehnologic ($\bar{x}$) să nu se deplaseze cu mai mult de $\pm$2/10 T (40% din cîmpul de toleranță) în jurul mijlocului cîmpului de toleranță, tabelul 1 conținînd prescripțiile de AQL se poate rescrie în precizii de procese tehnologice (raporte $6\,\sigma/T$). Se stabilesc pe această cale condițiile ca fabricația să asigure piese corespunzătoare. Controlul de calitate va trebui să vegheze în special asupra păstrării lor. Pe această cale se vor putea aplica tehnicile de control statistic reducînd la minimum controlul 100% care s-a arătat că are eficacitate scăzută.

Condiții ca fabricația să asigure piese corespunzătoare (industria auto)

Tabelul 3

Rol funcțional	Direct	Indirect	Fără
Critic	$\frac{6\,s}{T} \leqslant 0{,}5$		$\frac{6\sigma}{T} \leqslant 0{,}9$
Major	$\frac{6\sigma}{T} \leqslant 8{,}0$		
Minor A		$\frac{6\sigma}{T} \leqslant 0{,}9$	$\frac{6\sigma}{T} \leqslant 1$
Minor B			

Garanții = centrarea procesului în limitele $\pm$ 0,2 T față de mijlocul cîmpului de toleranță.

*) De preferat $6\,\sigma T/T$ = cu centrarea procesului $\pm$ 0,1 T, care asigură *AQL* 0,0025.

Din citirea tabelului 3 se constată valabilitatea, pentru un domeniu relativ important, a condiției empirice $6\,\sigma/T = 0{,}8$ referitoare la precizia proceselor tehnologice.

Situația existentă, conform datelor culese de I.C.T.C.M., arată următoarele (pentru piese generînd defecte majore și moderate) :

— aproximativ 38% din procesele tehnologice se încadrează în limita $6\,\sigma/T \leqslant 0{,}8$;

— aproximativ 33% din procesele tehnologice au probabilitatea de rebut sub 0,04% (AQL 0,04) ;

— probabilitățile mari de rebut provin în special din descentrarea proceselor tehnologice ;

— în limita probabilității de rebut pînă la 4% se găsesc : procese tehnologice care au următoarea structură :

42% dimensiuni liniare și abateri de formă geometrică ;

32% rugozități ;

12% durități (tratamente termice) ;

14% caracteristici rezultate din montaj.

TOTAL = 100%

Concluzii

● **Clasificarea reperelor și a caracteristicilor lor după implicațiile defectelor și rolul funcțional, constituie un instrument puternic în acțiunile vizînd calitatea produselor.**

● **Revizuirea proiectelor, în baza acestui concept, conduce la ideea relaxării toleranțelor și tehnologiilor de control pentru defectele moderate și minore, cu însemnate economii de costuri și manoperă de control. Este practica adoptată de unele firme.**

● **Calitatea se obține, în primul rînd, pe calea construirii sale. Controlul calității nu o poate decît garanta. Controlul procesului este, din acest punct de vedere, cea mai indicată metodă.**

● **Se pot stabili condiții de calitate pentru procesele tehnologice. Din acest punct de vedere, efectuarea analizelor de capabilitate a fabricației joacă un rol important. Analiza prezentată mai sus se impune a fi continuată în sensul adîncirii ei pentru diferite situații și tipuri de produse. Reducerea dispersiei proceselor tehnologice și centrarea lor în cîmpul de toleranță, spre zona în care se diminuează tensiunile generate de funcționare, au efecte deosebit de favorabile asupra fiabilității.**

BIBLIOGRAFIE

[1] *x x x*: ICCM — SAC. Sistem de Asigurare a Calității produselor și producției în MICM. Criterii de clasificare a importanței organelor și reperelor în vederea întocmirii tehnologiilor de control. Ed. I. (Material în curs de difuzare).

[2] *x x x*: Controlul calității. Manual de proceduri al societății mixte „OLTCIT" Craiova.

[3] *Iliescu, D. V.*: Controlul calității loturilor de produse. Ed. Tehnică, București, 1983.

[4] *Juran, J. M., ș. a.*: Quality Control Handbook. Ed. III. Mc Graw-Hill Book Co, New-York, 1974.

[5] *Oshimura, S., Kano, N., Ishikawa, K.*: National standard role în quality development. ASQC Quality Congress Transactions — San Francisco, 1981.

[6] *Moțoiu, R.*: Legături între conceptele de clasificare a defectelor și de eficacitate a controlului de calitate. Prelegere la Simpozionul anual al controlorilor de calitate din MICM—Sinaia 1983 (Material nepublicat).

[7] *x x x*: ICTCM. Studii asupra fiabilității unor produse din MICM (nepublicate).

[8] *x x x*: „I.S. Japan Cornering the market on product quality?" — Interviu cu expertul de control al calității J.M. Juran (SUA) publicat în „International Management", vol. 36, nr. 1, ian., 1981.

CZ : 621.431

Influența proiectării constructive și a tehnologiei de fabricație asupra uzurii pieselor motoarelor cu ardere internă

Dr. ing. Gabriela **CRIȘAN** — I.C.C.M. București

Introducere

Siguranța în funcționarea și exploatarea motoarelor cu ardere internă (M.A.I.) este limitată de unele manifestări anormale care apar în special în urma :

— **uzurii progresive sau accidentale** a suprafețelor în frecare a organelor principale ale motorului ;

— **formării unor depozite de ulei ars** sau pe cale de a oxida. Asemenea manifestări anormale se constată în special asupra organelor și subansamblelor mai solicitate ale motorului, adică între :

— cilindru — piston — segmenți ;

— organele distribuției motorului : supape-came-tacheți-culbutori ;

— fusurile arborelui motor — cuzineți.

În privința cuzineților, în perioada imediat următoare, nu se prevede vreo schimbare esențială. În locul aliajelor cu (Al—Sn) se **înregistrează tendința de utilizare a aliajelor (Al—Pb)**, care conțin în compoziție : (8 ... 8,5) % Pb, 1% Si, 1,5% Sn, 1% Cu și posedă rezistențe superioare la oboseală și uzură.

Dintre multiplii indicatori tehnologici care determină calitatea autovehiculelor și influențează durabilitatea acestora (tab. 1), trebuie menționați cei mai importanți :

— nivelul și stabilitatea **proprietăților mecanice ale materialului ;**

— totalitatea caracteristicilor referitoare **la calitatea suprafețelor pieselor în contact ;**

— **gradul de precizie al pieselor** din componența ansamblului.

Cilindrii motorului

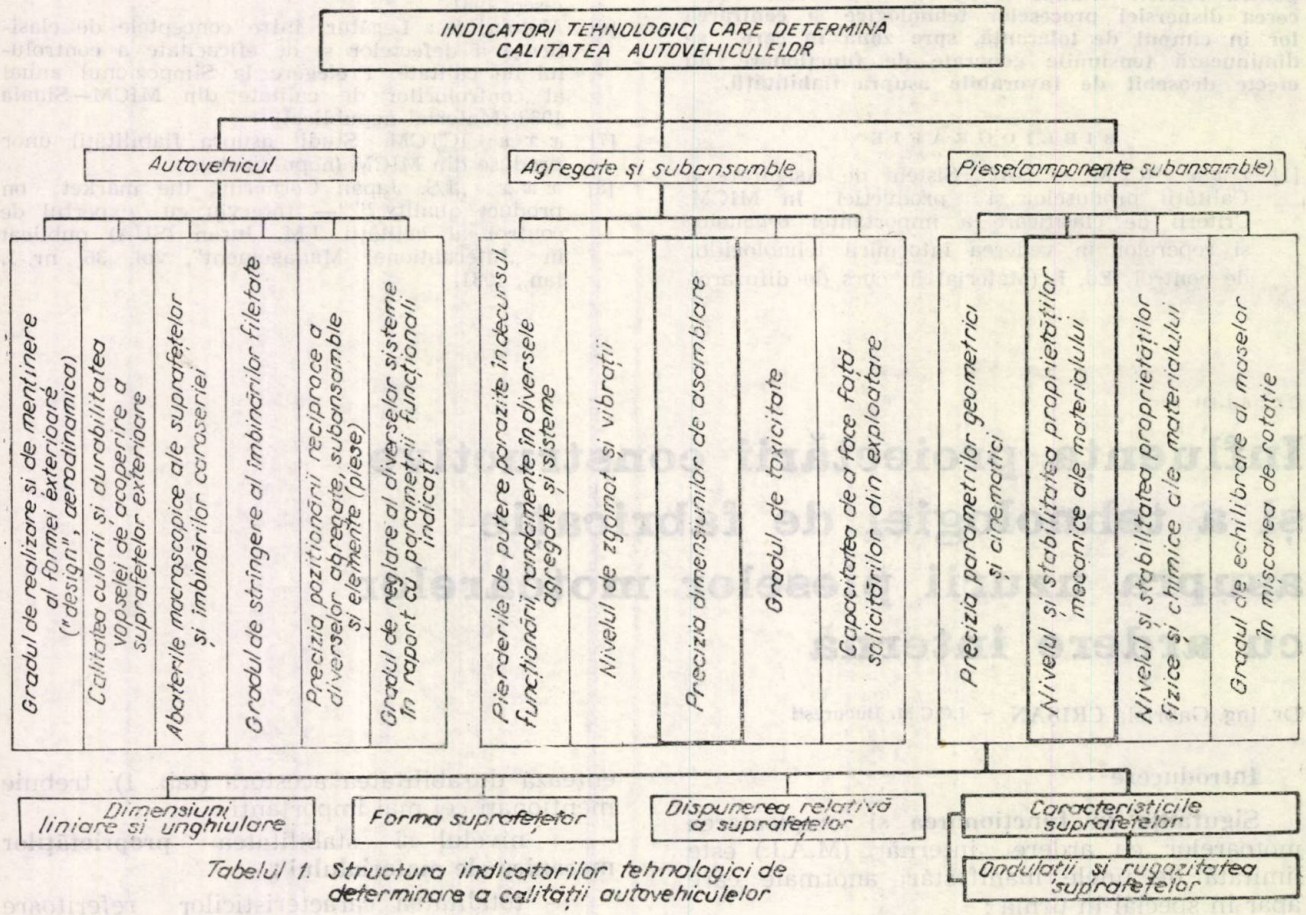
Materiale folosite. Pentru motoarele cu aprindere prin scînteie (M.A.S.) în afara soluțiilor cunoscute, clasice (lipsa cămășilor umede), se întîlnesc, la unele tipuri (CITROËN), în blocul-motor de aluminiu cămăși uscate din fontă cu acoperiri din nichel — compus *) (rețeaua de bază este nichel, întărită cu carbură de siliciu în dispersie).

Pentru motoarele cu aprindere prin comprimare (M.A.C.) situația, în prezent, se prezintă mai variat. Astfel :

*) Compus sau „composite" — o fază continuă (matrice) împreună cu o fază discontinuă (fibre), dispuse adecvat în matrice conform anumitor orientări.

— pentru motoare rapide supraalimentate, **în Europa,** se folosesc cămăși din fontă aliată cu titan, avînd structura dendritică ;

— **în S.U.A. și Anglia** structura fontei utilizate este bainitică (duritate 400 . . . 500 HB), cu durata de utilizare dublă. Se preconizează



Tabelul 1. Structura indicatorilor tehnologici de determinare a calității autovehiculelor

— pentru îmbunătățirea proprietăților de frictiune — adăugarea fosforului (între 0,2 . . . 0,7%). Datorită formării eutecticului triplu fosforos, structura fontei capătă o rețea specifică, capabilă a înmagazina, prin capilaritate, o anumită cantitate de ulei. Același efect se poate observa și în urma formării (pe suprafața cilindrică) a unor mici depozite de ulei, rezultate în urma corodării acestui eutectic sub acțiunea compușilor sulfului, acțiune desigur mai intensă în cazul M.A.C., fără a fi exagerată, pentru a nu se ajunge la deteriorarea suprafeței cilindrului.

Sînt de menționat și unele incompatibilități tribologice ce apar practic între fontele foarte fosforoase ale cilindrilor și acoperirile segmenților cu plasmă din „Mo-compus".

Uzinarea de finisare a suprafeței interioare a cilindrilor. În prezent fabricanții execută superfinisarea acestei suprafețe cu ajutorul unor „scule cu diamant" (firmele Peugeot, Citroën), care, practic fiind fără uzură, produc o deformare plastică a asperităților structurii perlitice a fontei, o ecruisare puternică și o acoperire a lamelelor de grafit. În acest fel, grafitul nu mai există pe suprafața cilindrului, deci proprietățile de fricțiune vor fi compromise în urma formării unui strat superficial, denumit „manta de tablă" (Blechmantel), sau „suprafață cu solzi" — „fish-scale skin" (fig. 1).

În acest caz, datorită fenomenului nefavorabil al deplasării pistonului în sens contrar direcției solzilor, apare un consum majorat de ulei. În asemenea situații, segmenții cu acoperiri de molibden se comportă totuși bine.

Calitatea suprafeței cilindrilor. Constructorii de motoare — nesatisfăcuți de metodele clasice de apreciere a calității suprafeței cilindrilor — au reușit, în urma unor cercetări, să stabilească norme noi bazate pe *curbele* denumite de *„portanță a profilului"* (curba Abbot — Firestone) — fig. 2, a, care caracterizează „robustețea" sau „fragilitatea" profilului suprafeței interioare a cilindrului (fig. 2 b). Profilul optim adoptat „tip platou" asigură, încă din faza inițială, o suprafață cu profil apropiat de ultima etapă, în scopul reducerii perioadei de

rodaj. Curba de portanță a profilului microgeometriei cămășii de cilindru se descompune în trei zone, care fiind precizate de către fa-

Fig. 1 Aspectul suprafeței interioare a cilindrului după modul de finisare.

bricant, vor constitui criterii de apreciere (fig. 2, c). Astfel se pot distinge :

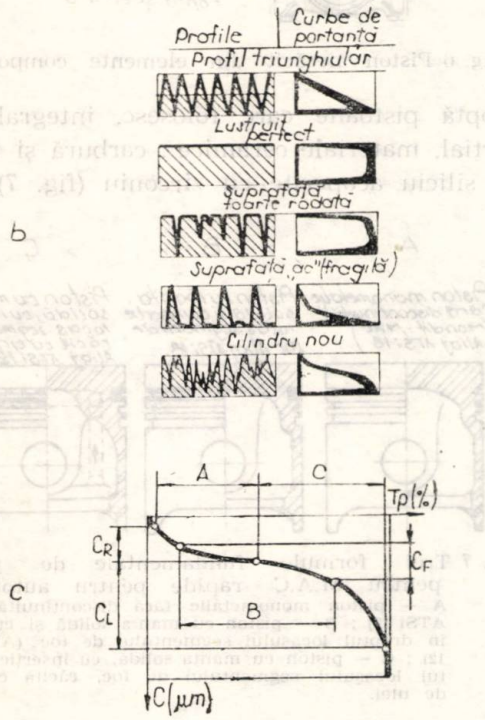


Fig. 2 Diverse profile caracteristice și curbele lor de portanță.
a — definirea curbei de portanță ; b — diverse profile posibile ; c — porțiunile caracteristice ale curbei de portanță.

C_R — criteriul de rodaj (**A**) ;
C_F — criteriul de funcționare normală (**B**) ;
C_L — criteriul de lubrefiere (**C**).

Rugozitatea optimă a suprafeței interioare a cilindrului se alege, în funcție de diametru, cu ajutorul curbei de dependență din figura 3.

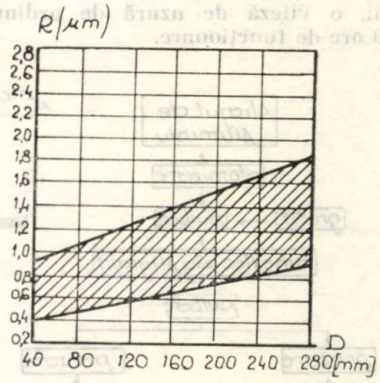


Fig. 3 Dependența $R = f(D)$

Perspective de viitor. Pentru a prelungi durata de funcționare a cămășilor de cilindri se recomandă :

— forma geometrică longitudinală de „lalea" ;

— călirea bainitică sau martensitică urmată de revenire, iar zona de concentrație din regiunea gulerului să fie maleabilizată. În acest scop — în această zonă — se poate executa :

— **recoacere de înmuiere** (revenire selectivă) prin inducție ;
— **călire selectivă** doar a alezajului pe o adîncime de circa 1,5 mm ;
— **impregnarea cu carburi** (carbură de siliciu) ;
— **călirea cu laser** pentru durificare ;
— **nitrurare ionică** sau **sulfizare** ;
— **depuneri ionice,** ca de exemplu bombardarea ionică (fig. 4).

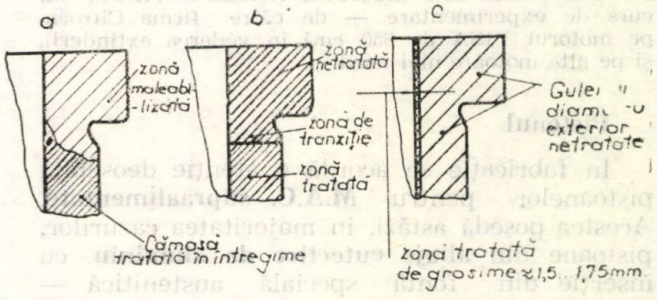


Fig. 4 Soluții moderne în construcția cămășilor de cilindri.
a — cămașă tratată termic în întregime cu guler maleabilizat ; b — cămașă tratată termic cu guler netratat ; c — cămașă și guler netratate termic la exterior.

Pentru continua ușurare a autovehiculului, se preconizează adoptarea cilindrilor din aliaje de aluminiu în blocuri de aluminiu (motoare complet din aluminiu). Acești cilindri pot fi :

Fără acoperiri — obținuți prin diverse procedee (ALUSIL, SILMUMAL SILGRAF, SILFER etc.). Cea mai recentă metodă — **Aluminium Pechiney** — constă în înserarea cilindrului, direct, în momentul turnării sub presiune a blocului. Cilindrul se obține printr-un **procedeu mixt de metalurgie a pulberilor** și anume: granule metalice și (3—4)% pulbere de grafit supuse deformației plastice, astfel încît se obține o structură foarte fină, omogenă, rezistentă (fig. 5). Asemenea cămăși prezintă, în decursul funcționării, **o viteză de uzură de ordinul (30—50) μm la 1000 ore de funcționare.**

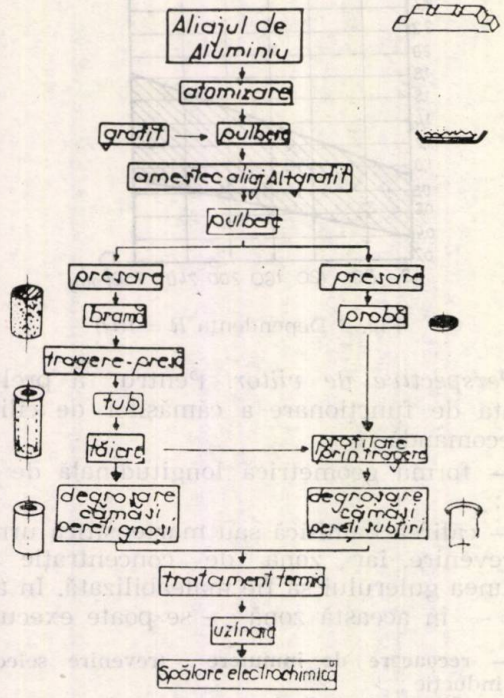


Fig. 5 Schema principiului de elaborare a cămășilor de cilindri din aliaj de aluminiu și grafit.

Cu acoperiri. Există diverse procedee clasice de acoperire a cămășilor de aluminiu pe cale electrolitică cu crom sau nichel, cu adăugirea și a anumitor procente de carburi de siliciu (NIKASIL, ELNISIL). Cel mai recent este procedeul NIKEL-COMPUS, în curs de experimentare — de către firma Citroën, pe motorul VISA de 650 cm³ în vederea extinderii, și pe alte motoare mai mari.

Pistonul

În fabricație se acordă o atenție deosebită pistoanelor pentru **M.A.C. supraalimentate**. Acestea posedă astăzi, în majoritatea cazurilor, pistoane din **aliaje eutectice de aluminiu**, cu inserție din fontă specială austenitică — NIRESIST — în dreptul primului segment. Inserția se introduce în decursul turnării pistonului, iar prin metoda de coeziune metalică, bazată pe brevetul american ALFIN, se realizează omogenizarea cu aliajul de aluminiu al pistonului. Aceste măsuri urmăresc a optimiza comportarea pistonului în cilindru.

Este de menționat revenirea, din punct de vedere constructiv, a **pistonului cu manta oscilantă**, în studiu la firmele MAHLE, FLOQUET etc., pentru M.A.C. de performanță. Principiul acestui piston cunoscut încă din anul 1931 (realizat tot de firma MAHLE) constă în aceea că pistonul posedă două părți distincte, izolate termic și solidarizate doar prin intermediul axului pistonului. În acest fel se evită fenomenul de basculare al pistonului și se pot reduce jocurile, astfel încît mantaua nu mai preia practic solicitările termice, ci doar eforturi laterale.

Realizările recente prezintă pistoane cu porțiunea superioară din fontă cenușie și mantaua din aliaj de aluminiu, sau pistoane cu porțiunea superioară din aliaj hipereutectic de aluminu, cu inserție de NIRESIST în dreptul primului canal și cu mantaua din material plastic de tip poliamidic sau polimidic, ori altă rășină autolubrifiantă, cu acoperire de lubrifianți solizi (grafit sau alte pulberi) solidarizate prin fibre de carbon înfășurate în folie de Ni. În acest fel, prin intermediul mantalei, se evită riscurile gripajului și se reduc frecările.

Este actuală preocuparea **folosirii ceramicii pentru pistoane M.A.C.,** în scopul ameliorării randamentului acestor motoare, prin realizarea unor „motoare adiabatice" (fig. 6). Astfel se

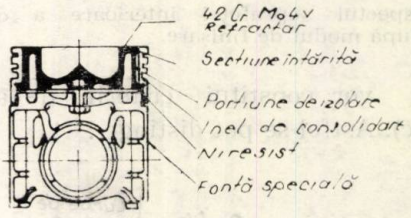


Fig. 6 Piston nerăcit din elemente componente.

adoptă pistoane care folosesc, integral sau parțial, materiale ceramice: carbură și nitrură de siliciu acoperite cu zirconiu (fig. 7). S-au

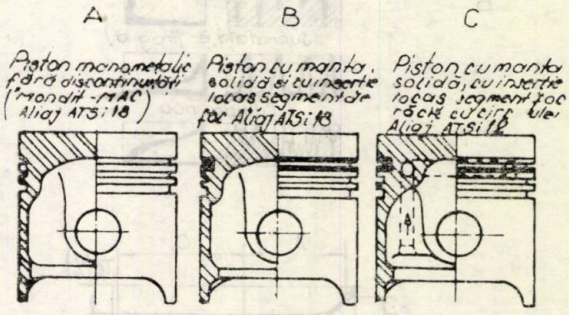


Fig. 7 Trei formule fundamentale de pistoane pentru M.A.C rapide pentru autoturisme. A — piston monometalic fără discontinuități (Aliaj ATSi 18) ; B — piston cu manta solidă și cu inserție în dreptul locașului segmentului de foc (Aliaj ATSi 12) ; C — piston cu manta solidă, cu inserție în dreptul locașului segmentului de foc, răcită cu circuit de ulei.

semnalat astfel de încercări, pe M.A.C. de performanță (Marea Britanie). Pentru ameliorarea calităților de fricțiune, pistoanele se impreg-

nează în vid cu ulei. Aceste pistoane ceramice posedă manta cilindrică, deoarece riscurile de gripare sînt eliminate.

S-au realizat și diverse variante de pistoane „mixte" : din aliaje de aluminiu și doar porțiunea superioară sau cea centrală a capului, din ceramică.

Modelarea geometriei profilului se face astăzi prin metoda elementelor finite, urmărindu-se optimizarea comportării față de diversele solicitări și a rezistenței de anduranță. Se preconizează să se atingă o perioadă de funcționare de 150.000—250.000 km.

Pentru a mări rezistența axului pistonului față de solicitările mereu majorate — fără a recurge la mărirea dimensiunilor acestuia — a apărut ideea profilării geometriei suprafețelor de contact **„ax piston — locaș piston"**. Principiul profilării acestei îmbinări constă în asigurarea, în stare liberă, a unei forme între suprafețele în contact, care să corespundă deformației elastice din momentul solicitării. Astfel — experimental — s-a stabilit că o conicitate de circa 0,3 mm a alezajului din umerii pistonului are drept consecință reducerea solicitării cu circa 40%, iar consumul de

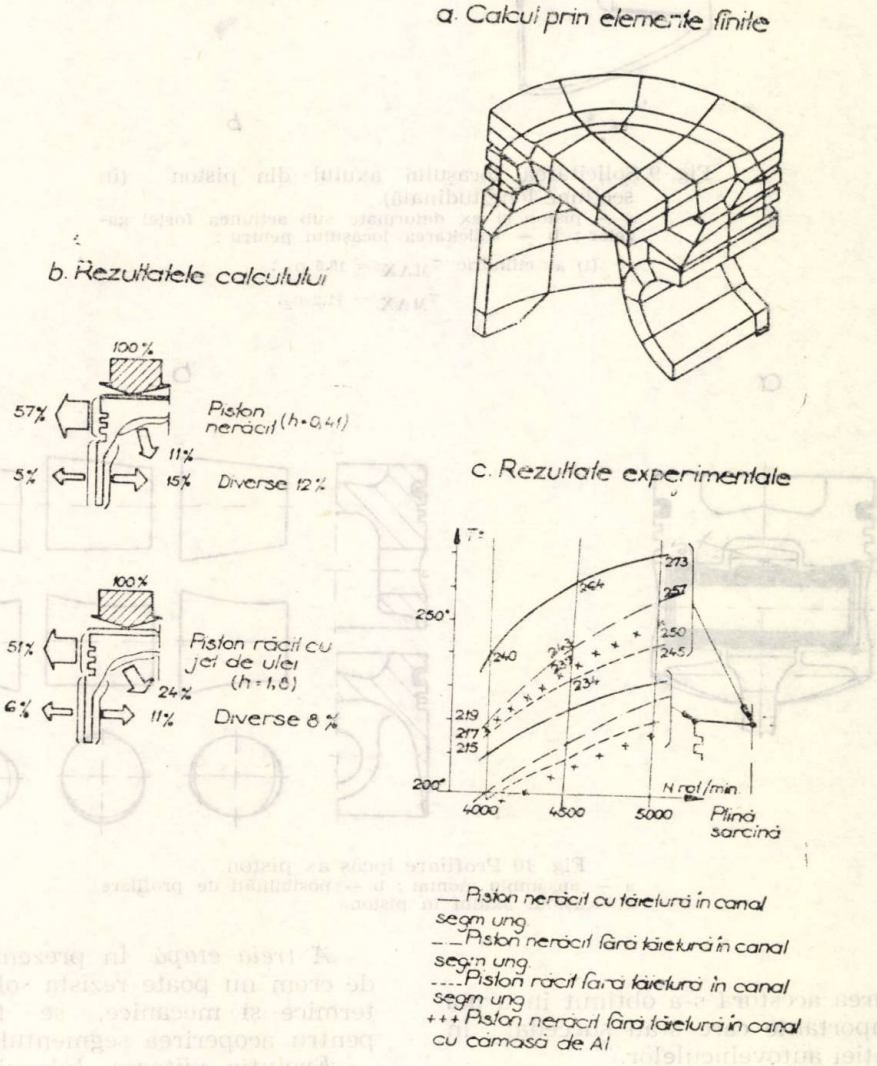


Fig. 8 Influența răcirii pistonului.
a — rețeaua în trei dimensiuni a unui piston pentru M.A.S. în vederea calculului ; b — schimbul de căldură pentru piston M.A.S. (rezultatele calculului) ; c — rezultatele experimentale : variația temperaturii pe un piston M.A.S.

Datorită rezultatelor favorabile obținute se observă tendința de adoptare a răcirii pistonului prin stropire cu jet de ulei pe suprafața interioară a fundului, atît la M.A.S. cît și la M.A.C. (fig. 8).

ulei scade cu 30—40% (fig. 9). Începînd din anul 1976 s-a introdus în fabricația de serie, pentru M.A.C. solicitate de autocamion, profilarea axului de piston. Suprafața interioară a alezajului se „bombează" sub efectul roluirii,

iar în secțiunea transversală se diferențiază profilul pentru a favoriza ungerea — prin apariția unor pungi de ulei (fig. 10).

sată), pentru a îmbunătăți proprietățile elastice și a ameliora diagrama polară a presiunilor pe suprafața activă a segmentului.

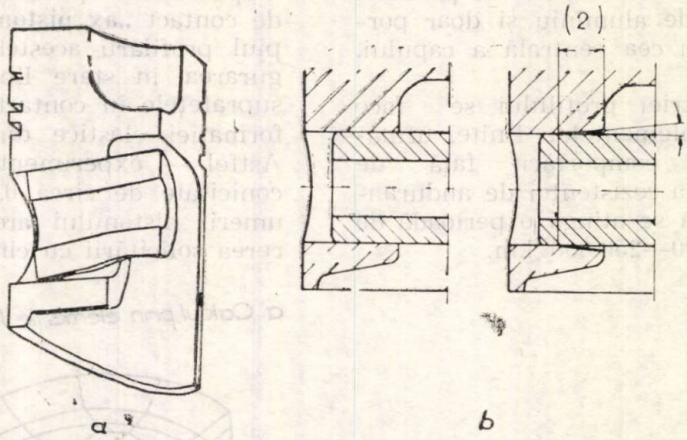


Fig. 9 Solicitarea locașului axului din piston (în secțiune longitudinală).
a — piston și ax deformate sub acțiunea forței gazelor ; b — solicitarea locașului pentru :
(1) ax cilindric $\tau_{MAX} = 19{,}5\ p_z$;
$\tau_{MAX} = 11{,}2\ p_z$.

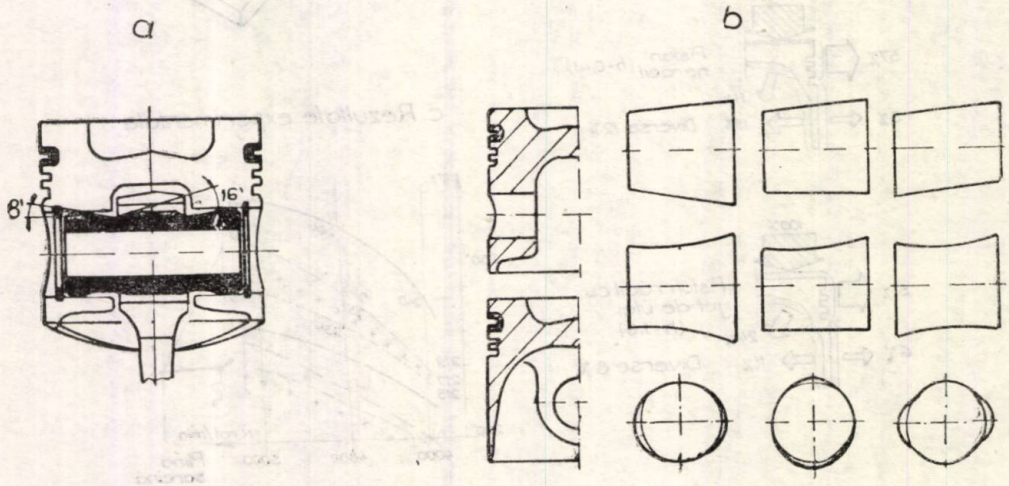


Fig. 10 Profilare locaș ax piston.
a — ansamblu montat ; b — posibilități de profilare a locașului axului în piston.

Segmenții

Perfecționarea acestora s-a obținut în urma unor etape importante care s-au succedat în decursul evoluției autovehiculelor.

Prima etapă. Adoptarea cromajului dur pe suprafața de lucru a segmentului de foc (ca urmare a uzurilor abrazive accentuate constatate în decursul campaniilor militare din Africa, în timpul ultimului război mondial) a contribuit la majorarea de 4—6 ori a duratei lor de serviciu.

A doua etapă. Perfecționarea tehnologiei de obținere a semifabricatului prin turnarea în ciorchine, în forme eliptice, (cardioidă aplati-

A treia etapă. În prezent, deoarece stratul de crom nu poate rezista solicitărilor majorate termice și mecanice, se folosește molibden pentru acoperirea segmentului de foc (tab. 2).

Evoluția viitoare. Înlocuirea molibdenului cu materiale refractare, de tip „CERMET" (carburi și oxizi metalici), depuse cu ajutorul plasmei. Acestea se află în fază de experimentare, în special pentru M.A.C. supraalimentate, solicitate (fig. 11).

În fabricarea segmenților se folosesc ca materiale de bază — în afară de cele cunoscute — fonte semi-maleabile întărite cu carburi (firma Wellworthy A.E.), sau fonte cu grafit „compact" (vermicular) — un compromis între

fonta lamelară și cea nodulară (firma Hepworth, Grandage). Depunerea de molibden se face sub formă de cordon încastrat, pentru a asigura aderența cu materialul de bază. Dar astfel

Comparația proprietăților acoperirilor cu crom și molibden folosite la segmenții de foc

Tabelul 2

Proprietăți	Mo	Cr
Punct de topire [°C]	1860	2620
Conductivitate termică [W·cm⁻¹·°C⁻¹]	0,7	1,45
Duritate [HV]	800 ... 1100	650 ... 1300
Rezistența la uzură — adezivă prelungită	— bună	— excelentă
Rezistența la uzură — adezivă brutală (gripaj)	— medie	— excelentă
Rezistența la uzură — abrazivă	— excelentă	— bună spre excelentă
Rezistența la uzură — corozivă	— excelentă	— medie spre bună*)
Uzura cilindrilor	slabă	destul de importantă mai ales în cazul depunerii plasmei de Mo „composite"
Capacitatea de înmuiere de către ulei	foarte proastă	foarte bună
Retenția de ulei (porozitate)	nulă	bună spre foarte bună
Compatibilitate față de dithiofosfați de Zn	acțiune slabă, uneori nefastă	receptivitate bună față DTP Zn
Preț	mediu	ridicat

*) Probleme specifice în atmosferă oxidantă și sulfuroasă

există pericolul ca în porțiunea de fontă rămasă neacoperită să apară amorse de gripare. Pentru a preveni aceasta, unele firme (Goetze, Perfect Circle) execută depunerea de molibden pe întreaga suprafață de lucru, sau semi-încastrat, pe o adîncime de 0,25 mm (fig. 11). Depunerea se execută (tab. 3). :

— *cu arzătorul* : electrodul de molibden se depune în atmosferă oxidantă, rezultînd o structură stratificată, poroasă, casantă, bogată în oxid de molibden ;

— *cu arzătorul cu plasmă* : electrodul sau pulberea de molibden se aplică în atmosferă neutră de azot sau argon, ceea ce împiedică oxidarea molibdenului, iar structura rezultată este mai aderentă, mai puțin poroasă. În cazul

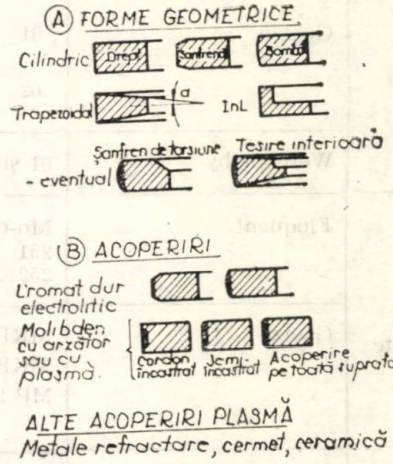


Fig. 11 Segmenți de foc.
A — forme geometrice ; B — acoperiri

în care se folosește molibden sub formă de pulbere, se poate amesteca cu elemente adiționale (Cr, Ni, Cu, Bo, Tu sau elemente ceramice). Desigur că în acest caz depunerea devine mai dură, mai aderentă, mai puțin poroasă, rezistînd bine la frecare și coroziune, însă va provoca uzura cilindrului.

Se apreciază că segmenții trebuie, pe parcursul a circa 200.000 km, să funcționeze corespunzător, adică :

— fără scăpări de gaze în carter ;
— fără emanații poluante ;
— cu consum minim de ulei.

În scopul reducerii perioadei de adaptare — în timpul rodării motorului — se recomandă folosirea unui abraziv ușor, ca de exemplu suspensie fină de praf de aluminiu într-o masă de rășini grafitate (metoda CARGRAF).

Organele distribuției

Efectul uzurii accentuate se resimte în special asupra :

— camelor arborilor de distribuție ;
— tacheților ;
— culbutorilor *)

Materialul cel mai frecvent folosit **pentru arbori cu came și tacheți** este fonta cenușie turnată cu răcitori locali, iar în unele cazuri speciale se poate utiliza oțel carbon sau oțel slab aliat.

*) Nu se fac referiri la supapele de admisie și de evacuare, care prezintă aspecte cu totul speciale.

Acoperirile segmenților de foc depuse prin arzător (cu flacără) sau prin plasmă

Tabelul 3

Felul acoperirii	Firma producătoare de segmenți	Indicativ material	Compoziția	Caracteristici
	Floquent (Perfect Circle)	Nu execută depuneri cu arzător (cu flacără)		
Mo depus cu arzător (cu flacără)	Goetze	01	Sîrmă Mo	{ duritate 650—950 HV { duritate 1000—1300 HV
		02	Sîrmă Mo	{ porozitate 25% { porozitate ≤ 20%
	Wellworthy	01 și 05	Sîrmă Mo	duritate ~ 900 HV
Mo composite depus prin plasmă	Floquent	Mo-composite 251 252	98,5% Mo+Ni, Cr, Co, B și Si	duritate > 325 HV
	Goetze	MKP 3ê	C Mo, Cr și C	—
		MKP 10	Mo, C	duritate 430 HV
		MP 96	Mo+ceramice	duritate 630 HV Mo și 1300 HV mat. ceramice
	Wellworthy	03	Mo+aliaje Ni	duritate 350/700 HV
		04 și 06	Mo+materiale dure	
Alte materiale și ceramice depuse prin plasmă	Floquet	alutitan depuneri	Al_2O_3 + +TiO_2	duritate HV : 950
			TiC+liant	575
			CO_x Mo_y Si +liant	550
			CO_x Mo_y Si+Mo+ liant	525
			Cr_x C_y +liant	650
			Fe_x O_y +liant	400
			WC + liant	475
	Goetze	MKP 30	Cr + C	
		KP 4S	Ceramice	duritate 310 HV (fragil)
	Wellworthy	13	aliaj Cr+Fe+aliaj Cu	duritate 450 HV
		14	aliaj Cr—Fe+Mo și Ni	
		60	oxid de crom	{ Materiale ceramice dure
		62	Al_2O_3 + TiO	{ și fragile 1500 HV
		32	carbură de crom+liant	{ cermet
		70	carbură de metalic W + liant metalic	{ cermet

Soluțiile actuale prevăd, după tratamentul obișnuit, și o acoperire superficială a suprafețelor active prin nitrurare ionică (TENIFER), sau prin nitrocianizare ori sulfizare. În acest fel se ating durități de circa 1000 HV pe adîncimi de 8—20 μm.

În funcție de specificul motorului, în construcția **culbutorilor** se poate folosi o diversitate mare de materiale :

— fontă turnată cu răcitor local ;

— oțel turnat, cu inserția unui metal foarte dur pe suprafața patinei de acționare ;

— oțel de scule etc.

Se poate aplica suprafeței active, de lucru, tratamentul de borurare (cementare cu bor), cînd se ating durități între 1600—2100 HV ; suprafețele respective devin rezistente la uzură, însă apare și o deformare sensibilă a piesei.

Perspectivele fabricării autovehiculelor în perioada 1980—1990

Tabelul 4

Anul	A. Dezvoltarea autovehiculelor	B. Tehnologia de fabricare
1981	—	Folosirea laser-ului pentru sudare, tratament, uzinare
1982	—	Automatizarea prelucrărilor prin copierea pieselor cu ajutorul ordinatorului (în proporție de cca. 30—40%)
1983	Ordinator de bord	Realizarea majorității operațiilor prin metode moderne „la cald"
1985	Reducerea apreciabilă a poluării cauzate de gazele de eșapament	Metode de execuție ultrarapide (de 10 ori mai rapide față de 1978), cu excluderea controlului uman.
1986	—	Automatizarea fabricării în proporție de 85—90% (prin comandă cu ordinatorul)
1988	Carburanți de înlocuire a produselor petroliere	—

Perspectivele reducerii masei și consumului de material pentru un autovehicul

Tabelul 5

Folosirea :	În prezent kg/l vehicul	În perspectivă kg/l vehicul	Observații
— Materiale plastice și rășini sintetice	70	130	1 — prin vibrații (de amplit. mică) și de înaltă frecvență (1000 KHz) 2 — cu ultrasunete
— Aliaje neferoase (de Al)	40	75	2,2 kg material feros = 1 kg aliaj Al 1,2 kg ușurare directă = 0,5 kg ușurare indirectă 1,7 kg ușrare totală/1 vehic. echivalent cu 11.7000 km parcurși gratuit de fiecare vehicul
— Extinderea metodei de extrudare	Metale ductile (aliaje Al, Cu)	Oțeluri	Se folosește în prezent doar în industria militară

Pentru a se evita aceasta, este în curs de experimentare bororarea ionică, care deocamdată, însă, este toxică.

Concluzii

Perspectivele tehnologice în domeniul **fabricării motoarelor pentru autovehicule** prezintă următoarele tendințe :

— grad înalt de automatizare și precizie în execuție. Dintre țările producătoare de autovehicule, Japonia se află în frunte din acest punct de vedere ;

— folosirea în largă măsură a metodelor de extrudare, a roboților, excluderea controlului uman;

— reducerea masei autovehiculelor prin majorarea ponderii materialelor plastice și a rășinilor sintetice, ori înlocuirea metalelor feroase prin aliaje neferoase. Astfel, de exemplu, prin introducerea pe autovehicul a 1 kg aliaj aluminiu rezultă o reducere globală cu 1,7 kg a acestuia. Aceasta conduce la parcurgerea gratuită a aproximativ 12.000 km de către autovehicul pe întreaga sa perioadă de utilizare (tab. 4) ;

— majorarea durabilității autovehiculelor. Conform datelor statistice durata medie a unui autovehicul a fost de 14,4 ani, iar cea maximă de circa 18 ani ;

— realizarea unor economii apreciabile, în îndeplinirea acestor cerințe, prin elaborarea și alegerea

unor materiale cît mai avantajoase, alegerea soluției constructive optime, ori asigurarea unei întreținери și exploatări corecte.

Aceste măsuri se impun, căci în prezent, pentru fiecare 1000 kg de autovehicul, se consumă 2000 kg produse petroliere echivalente — exprimate în materiale și manoperă — și 8000 kg efective, pentru a parcurge 100.000 km. Aceste cifre sînt apreciate a fi încă prea mari și specialiștii tuturor firmelor constructoare de autovehicule desfășoară o activitate febrilă de cercetare pentru reducerea lor.

Consum de energie pentru 1 tonă oțel produs în industria de autovehicule

Tabelul 6

Țara	[%]	Consum
Japonia	100	
Franța	150	
R.F.G., ANGLIA	200	
S.U.A.	400	

Durata medie de funcționare a unui autovehicul

Tabelul 7

Firma	Durata (ani)
VOLVO	17,9
MERCEDES	15,2
VOLKSWAGEN	14,3
Media realizată în anul 1978	14,4

*) Din „Raportul Companiei Internaționale de Inspecție a Autovehiculelor".

BIBLIOGRAFIE

[1] *Dehterinski, V. A.:* Tehnologia reparației automobilelor, Moscova, Maşghiz. 1979, (l. rusă).

[2] *Vigier, M., (S.A.E. Citroen):* Recherche d'optimum. In „Ingénieurs de l'automobile" nr. 4/5, 1979, pag. 360—367.

[3] *Seifert, U., ş.a.:* Progrese în fabricarea turismelor (l. germană) în M.T.Z. (Motortechnischezeitung) nr. 9 — 1981, pag. 322.

[4] *Obländer, K., ş. a.:* Noul motor Mercedes-Benz V8 din aliaje uşoare (l. germană). In „M.T.Z." nr. 5 — 1980, pag. 186—189.

[5] *Ayel, J. (Institut Français du Pétrole):* Influence des paramètres métallurgiques et géométrique sur l'usure dans les moteurs récents. In „Ingénieurs de l'automobile" (S.I.A.), nr. 6, 1980, pag. 82—97.

[6] *Godfray, M.D.J.:* Folosirea ceramicii în M.A.C. (l. franceză). In „Ingénieurs de l'automobile" nr. 6/7—1979, pag. 394—396.

[7] *Pfestorf, H:* Lager für aufgeladene Dieselmotoren. In „M.T.Z", 40/1979, 11, pag. 542.

[8] *Huret, N. M.,* (Aluminium Pechinery): Chemises de moteur en alliage aluminium et graphite élaborés par métallurgie des poudres. Elaboration. Essais au banc moteur. In „Ingénieurs de l'automobile", S.I.A. nr. 6/1980, pag. 99—104.

[9] *Travaillé, J.* (A.E. France): Unele aspecte ale tehnicii cămășilor de cilindri pentru M.A.I. (l. franceză). In „Ingénieurs de l'automobile" (S.I.A.), nr. 1, 1979, pag. 87—93.

[10] *Röhrlo, M.:* Kolben für Hochleistungs Nutzfahrzeug — Dieselmotoren. In „M.T.Z." — 40 (1979) 6 — pag. 261—266.

[11] *Landau, U.:* Leichte Kolben für Ottomotoren. In „M.T.Z.", 40 (1979), 10, pag. 462.

[12] *Coulondre, M., Travaille, J.:* Tendințe noi în concepția și realizarea pistoanelor pentru automobile (l. franceză). In „Ingénieurs de l'automobile" (S.I.A.), nr. 6 — 1980, pag. 68—72.

[13] *Sander, W., Kelm, W.:* Piston cu locaș profilat pentru axul pistonului, pentru pistoane foarte solicitate (l. germană). In „M.T.Z.", nr. 10—1981, pag. 409—412.

[14] *Wacker, E.:* Colocviul firmei Karl Schmidt GmbH, Neckersulm pentru anul 1979, (l. germană). In „M.T.Z.", nr. 10/1979, pag. 461—464 (I) și nr. 11/1979, pag. 541—542, (II).

[15] *Busch, F. ş. a.:* Die Formgebung von Kolbenringen und deren Qualitätssicherung. In „M.T.Z.", 42/1981, 9, pag. 369—374.

[16] *Plant, R.* (Hepworth and Grandage Lim.): Développements r cents en matière de segmentation. „Ingénierurs de l'automobile" (S.I.A.) nr. 6—1980, pag. 73—76.

CZ : 621.9.016:621.941

Unele considerații cu privire la noțiunile de precizie de prelucrare, dimensiune teoretică, dimensiune nominală și ajustaj

Conf. dr. ing. Aurel **STURZU** – Institutul politehnic București

Punerea problemei și evidențierea unor neajunsuri ale actualelor noțiuni, în legătură cu precizia dimensională

În literatura de specialitate se întîlnesc o serie de neclarități și păreri controversate referitor la noțiunile de precizie pe prelucrare dimensională (dimensiune teoretică, dimensiune nominală și ajustaj). În acest sens se fac afirmații de forma : „Piesa din desenul de execuție, cu dimensiunile prescrise, reprezintă modelul ideal", sau de forma : „Precizia de prelucrare este maximă cînd eroarea de prelucrare este nulă ; aceasta corespunde realizării dimensiunilor nominale din desenul de execuție" [2, 3, 6] și altele. În alte lucrări [1, 6] și altele se fac exprimări și de forma : „Gradul de apropiere a dimensiunilor suprafețelor prelucrate față de valorile nominale, indicate de desene, se numește precizie de prelucrare. Realizarea acestei precizii de prelucrare este problema de bază ce trebuie să fie rezolvată de tehnolog la întocmirea procesului tehnologic de prelucrare".

Punerea problemei în modul arătat [1, 2, 3, 6] și altele, considerăm că poate să conducă la o serie de confuzii, în special la realizarea ajustajelor, precum și la efectuarea măsurării și controlului preciziei de prelucrare așa după cum se va demonstra în cele ce urmează.

Dimensiunea nominală, conform STAS 8100-68, fiind aceeași, atît pentru arbore cît și pentru alezaj în asamblarea considerată (fig. 1, a) înseamnă că, în ipoteza realizării arborilor cît și a alezajelor cu diametrele efective egale cu dimensiunea nominală :

$$d_{ef} = N, \text{ la arbori, și } D_{ef} = N, \text{ la alezaje,} \tag{1}$$

se obține :

$$d_{ef} = D_{ef} = N \tag{2}$$

Considerarea dimensiunii teoretice egală cu dimensiunea nominală, sîntem de părere că nu este corectă și nu corespunde realității.

De exemplu, într-o primă situație (fig. 1, a), în cazul ajustajului cu joc garantat (j_g), cerut de rolul funcțional al asamblării :

$$j_g = j_{min} = D_{min} - d_{max}, \tag{3}$$

se observă că, în ipoteza realizării diametrelor conform relațiilor (1) și (2), ajustajul considerat în figura 1, a se transformă într-un ajustaj cu joc alunecător ($j_{min} = 0$) (fig. 1, b). La acest ajustaj, în locul jocului $j_f > 0$, necesar bunei funcționări, se obține :

$$j_g = j_{min} = D_{ef} - d_{ef} = N - N = 0 \tag{4}$$

În cazul reprezentării simplificate a ajustajului cu joc garantat (fig. 2, a) și în ipoteza imposibilității practice de a realiza diametrele efective absolut egale cu dimensiunea nominală, la loturile de arbori și de alezaje

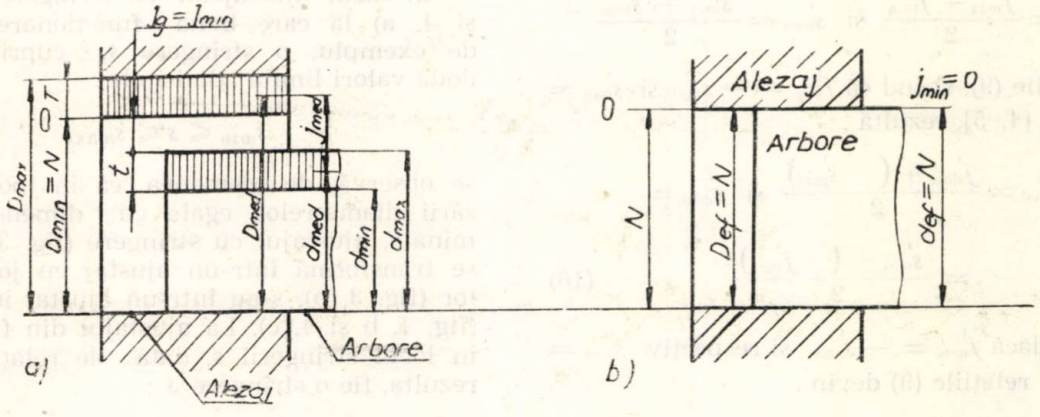


Fig. 1

(fig. 2, b), se observă că ajustajul cu joc garantat $j_g > 0$ (fig. 2, a) se transformă într-un ajustaj intermediar (fig. 2, b).

La acest ajustaj intermediar (fig. 2, b) în locul jocului j cuprins între două limite admisibile (fig. 1, a și 2, a) :

$$j_{min} \leqslant j \leqslant j_{max} \tag{5}$$

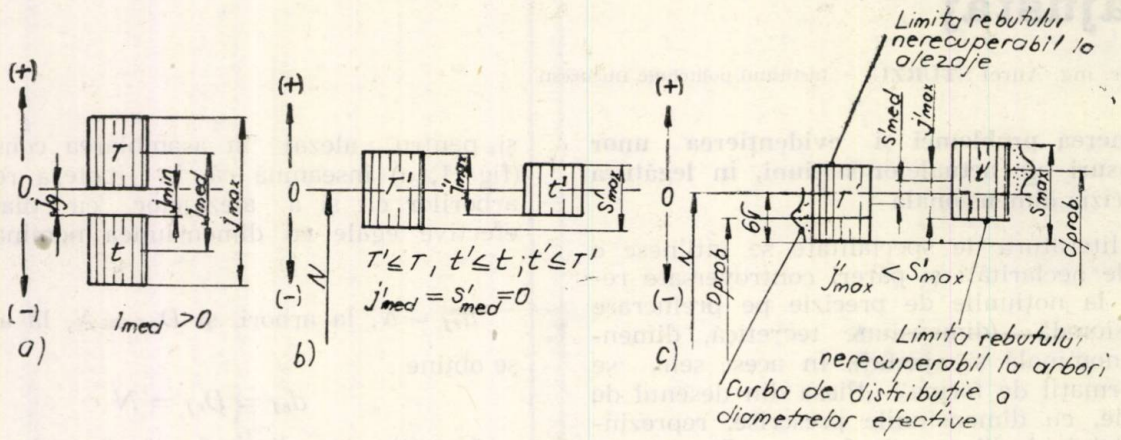


Fig. 2

va rezulta, fie un joc j' (fig. 2, b) :

$$0 \leqslant j' \leqslant j_{max} \tag{6}$$

fie o strîngere s' :

$$0 \leqslant s' \leqslant s'_{max}, \tag{7}$$

ceea ce nu corespunde scopului pentru care ajustajul a fost creat.

Toleranța T' a alezajelor și t' a arborilor, conform situației considerate (fig. 2, b) vor fi :

$$T' \leqslant T \text{ și } t' \leqslant t \tag{8}$$

Totodată, $T' \geqslant t'$, datorită faptului că, de regulă, prelucrarea alezajelor este mai dificilă decît prelucrarea arborilor.

Jocul mediu și respectiv strîngerea medie, determinate cu relațiile cunoscute [5], vor fi :

$$j'_{med} = \frac{j'_{max} + j'_{min}}{2} \text{ și } s'_{med} = \frac{s'_{max} + s'_{min}}{2} \tag{9}$$

În relațiile (9), știind că $j'_{min} = -s'_{max}$ și $s'_{min} = -j'_{max}$ [4, 5], rezultă :

$$j'_{med} = \frac{j'_{max} + (-s'_{max})}{2} \text{ și } s'_{med} = \frac{s'_{max} + (-j'_{max})}{2} \tag{10}$$

Deci, dacă $j'_{max} = -s'_{max}$ și respectiv $s'_{max} = -j'_{max}$, relațiile (9) devin :

$$j'_{med} = s'_{med} = 0, \tag{11}$$

ceea ce nu respectă cerințele pentru care asamblarea a fost gîndită.

În cazul în care toleranțele T' și t' nu sînt simetrice față de dimensiunea nominală (fig. 2, c), se observă că, $S'_{max} > j'_{max}$ și, ca urmare, la asamblare, va rezulta $S'_{med} > 0$, ceea ce este și mai dezavantajos.

Asimetria toleranțelor T' și t' față de linia zero are loc, în ipoteza că lucrătorul, de teama rebutului nerecuperabil, atît la prelucrarea alezajelor, cît și la prelucrarea arborilor, va regla scula la 2/3 din toleranță, față de limita rebutului nerecuperabil (față de d_{min} la arbori și D_{max} la alezaje) [4, 5] și va prelucra la 1/3 din toleranța prescrisă, în sensul intrării cu scula în materialul semifabricatului. Acest mod de reglare, la diametrul probabil (d_{prob} și respectiv, D_{prob}), așa după cum se știe [4, 5] și altele, este uzual folosit în cazul producției de serie mică și unicate. La prelucrarea în serie și în masă, reglarea sculei se face la cotă de reglare optimă, pentru satisfacerea atît a cerinței calității (evitarea rebutului), cît și a cerinței economice (durată cît mai mare cu putință, a reglării sculei la cotă), folosindu-se în acest scop, relațiile cunoscute [4, 5].

În cazul ajustajelor cu strîngere (fig. 3, a și 4, a) la care buna funcționare necesită de exemplu, o strîngere s, cuprinsă între două valori limită admisibile :

$$s_{min} \leqslant s \leqslant s_{max}, \tag{12}$$

se observă, de asemenea, că în ipoteza realizării diametrelor egale cu dimensiunea nominală, ajustajul cu strîngere (fig. 3, a și 4, a) se transformă într-un ajustaj cu joc alunecător (fig. 3, b), s-au într-un ajustaj intermediar (fig. 4, b și 4, c). La ajustajul din figura 4, b, în locul strîngerii s, dată de relația (12), va rezulta, fie o strîngere s' :

$$0 \leqslant s' = s'_{max} \tag{13}$$

fie un joc j' :

$$0 \leqslant j' \leqslant j'_{max} \qquad (14)$$

În baza acelorași considerente, de la relațiile (9) și (10), va rezulta (și în acest caz) în apropierea dimensiunii nominale (fig. 6, b și 6, c), la asamblarea pieselor se va obține, fie ajustaj cu joc alunecător (fig. 5, b), fie ajustaj intermediar (fig. 6, b și 6, c), ceea ce nu corespunde scopului propus. Acest lucru

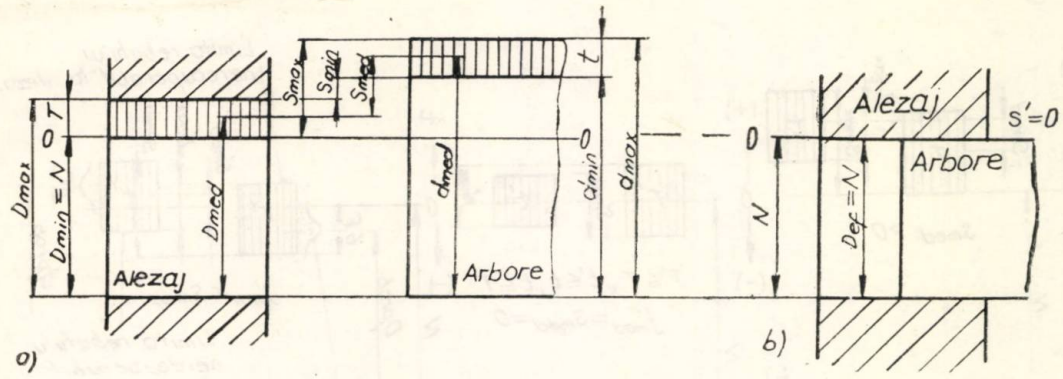


Fig. 3

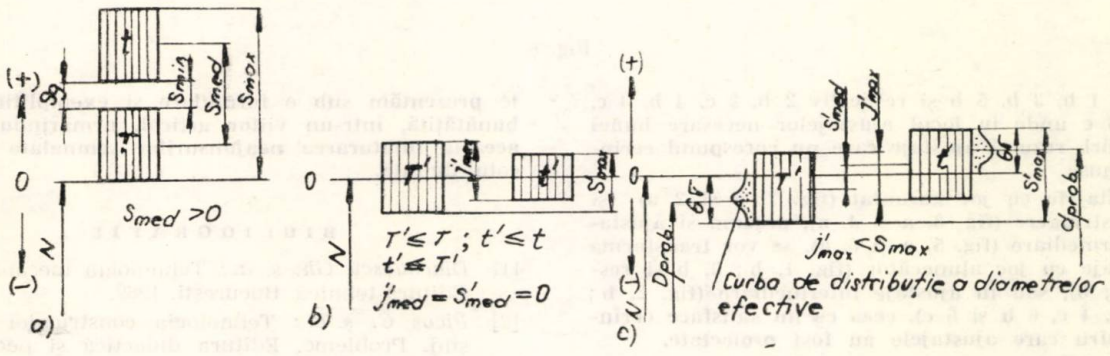


Fig. 4

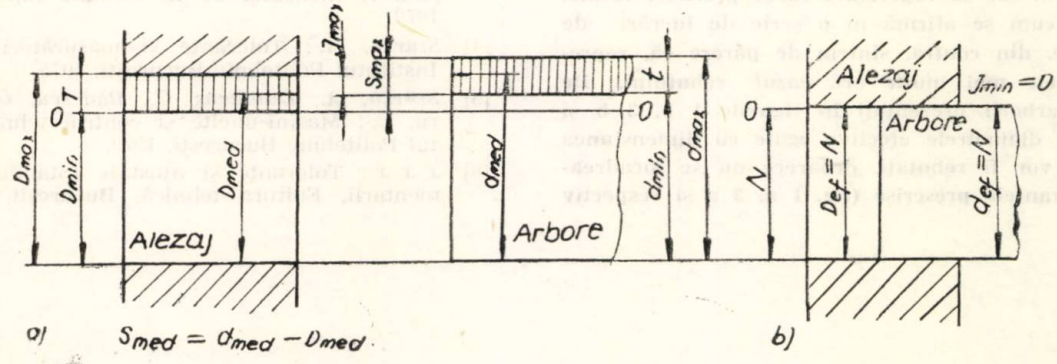


Fig. 5

$s'_{med} = j'_{med} = 0$, ceea ce va conduce la nesatisfacerea cerințelor funcționale.

În cazul cînd buna funcționare a unei asamblări impune prescrierea unui ajustaj intermediar (fig. 5, a și 6 a), se observă că, în ipoteza realizării diametrelor efective egale cu dimensiunea nominală [1, 2, 3, 6] și altele, așa după cum este arătat în figura 5, b, sau se datorește faptului că în locul strîngerii medii rezultate din figurile 5, a și 6, a :

$$s_{med} = (d_{med} - D_{med}) > 0 \qquad (15)$$

se va obține, fie un ajustaj alunecător, care are $j_{min} = 0$ (fig. 5, b) fie un ajustaj intermediar, care în locul strîngerii $s_{med} > 0$ (fig. 6, a), va avea $s'_{med} = j'_{med} = 0$, conform fig. 6, a, sau $s'_{med} \neq s_{med}$ (fig. 6, c).

Concluzii :

Din cele prezentate, se poate deduce că, în cazul considerării dimensiunii teoretice egală cu dimensiunea nominală [1, 2, 3, 6] și altele, pot avea loc interpretări și rezultate false, cu privire la obținerea ajustajelor dorite, așa după cum s-a arătat în cadrul figurilor 1 b, 3 b, 5 b și respectiv 2 b, 2 c, 4 b, 4 c, 6 b și 6 c unde în locul ajustajelor necesare bunei funcționări, rezultă ajustaje care nu corespund cerințelor impuse.

Ajustajele cu joc garantat (fig. 1, a și 2 a) și cele cu strîngere (fig. 3, a și 4, a), precum și ajustajele intermediare (fig. 5, a și 6, a), se vor transforma în ajustaje cu joc alunecător (fig. 1, b ; 3, b și respectiv 5, b), sau în ajustaje intermediare (fig. 2, b ; 2 c, 4 b, 4 c, 6 b și 6 c), ceea ce nu satisface cerințele pentru care ajustajele au fost proiectate.

Totodată, se mai desprinde și concluzia că, realizarea diametrelor efective egale cu dimensiunea nominală, în loc să reprezinte cazul preciziei ideale, așa după cum se afirmă în o serie de lucrări de specialitate, din contra, sîntem de părere că, reprezintă de cele mai multe ori, cazul rebutului. De exemplu, arborii prezentați în figurile 1 b, 3 b și 5 b, avînd diametrele efective egale cu dimensiunea nominală, vor fi rebutați, deoarece nu se încadrează în toleranțele prescrise (fig. 1 a, 3 a și respectiv 5 a). Aceeași concluzie este valabilă și în cazul alezajelor, așa după cum se observă din schemele prezentate.

În baza celor arătate se impune deci, necesitatea reconsiderării actualelor noțiuni cu privire la prelucrare, dimensiunea nominală, dimensiune teoretică și ajustaj, noțiuni pe care ne propunem să ie prezentăm sub o formulare și exemplificare îmbunătățită, într-un viitor articol, urmărindu-se prin aceasta înlăturarea neajunsurilor semnalate în articolul de față.

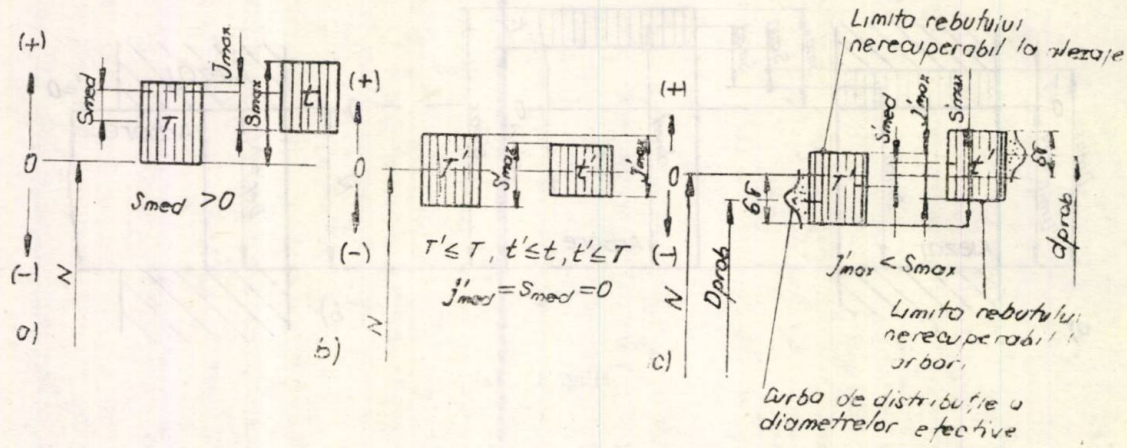


Fig. 6

BIBLIOGRAFIE

[1] *Diaconescu Gh. ș. a.* : Tehnologia mecanicii fine. Editura tehnică. București, 1969.

[2] *Picoș C. ș. a.* : Tehnologia construcției de mașini. Probleme. Editura didactică și pedagogică, București, 1976.

[3] *Popescu, I.* : Tehnologia fabricării mașinilor (vol. I) Institutul de învățămînt superior Sibiu, 1979.

[4] *Sturzu, A.* : Toleranțe și măsurători tehnice. Institutul Politehnic București, 1975.

[5] *Sturzu, A., Dumitraș, C., Bădescu, Gh., Militaru, C.* : Mașini-unelte și control tehnic. Institutul Politehnic București, 1979.

[6] *x x x* : Toleranțe și ajustaje (Standarde și comentarii, Editura tehnică, București, 1969.

CZ : 621.9.016:621.941

Propuneri cu privire la reconsiderarea noțiunilor de precizie de prelucrare, dimensiune nominală, dimensiune teoretică și ajustaj

Conf. dr. ing. Aurel **STURZU** — Institutul politehnic București

Introducere

În articolul anterior [8] au fost prezentate o serie de neajunsuri ale actualelor noțiuni existente în literatura de specialitate cu privire la : precizia de prelucrare, dimensiune teoretică, dimensiune nominală și ajustaj. În articolul de față, ne propunem să prezentăm, într-o formulare și exemplificare îmbunătățită, noțiunile menționate, astfel încît neajunsurile și inadvertențele semnalate în lucrarea [8] să fie eliminate.

Considerații teoretice și propuneri de definire a noțiunilor exprimate în titlu

Se știe că la asamblarea arborilor și alezajelor, în funcție de solicitarea asamblării, se determină prin calculul de rezistență [1, 2, 5, 6] și altele, sau se ia constructiv, diametrul nominal al asamblării (dimensiune comună pentru piesele considerate în asamblarea respectivă). Apoi, în funcție de cerințele funcționale impuse, de natura materialelor, de condițiile tehnologice și de utilizare, se determină (prin calcul, sau se ia constructiv) valoarea teoretică a jocului sau a strîngerii.

Pentru determinarea, prin calcul, a jocului sau a strîngerii (teoretice), se folosesc relații de calcul cunoscute, prezentate în literatura de specialitate [2, 5, 6, 7] și altele.

Jocul teoretic j_t, denumit și joc optim, determinat în modul arătat, se poate exprima prin diferența diametrului teoretic al alezajului D_t' și diametrul teoretic al arborelui d_t' (fig. 1 a) :

$$j_t = D_t' - d_t' \tag{1}$$

În ipoteza imposibilității realizării, cu precizie absolută, a diametrelor d_t' și D_t', avîndu-se în vedere, totodată, și considerente de ordin funcțional și economic, se stabilesc diametrele limită admisibile d_{min} și d_{max} la arbori și D_{min} și D_{max} la alezaje, între care trebuie să se realizeze diametrele efective d_{ef} la arbori și D_{ef} la alezaje (fig. 1 b). Piesele se consideră bune din punct de vedere al preciziei dimensionale, dacă se respectă relațiile :

$$d_{min} \leqslant d_{ef} \leqslant d_{max}\,; \quad D_{min} \leqslant D_{ef} \leqslant D_{max} \tag{2}$$

Diferența diametrelor limită admisibile reprezintă toleranța dimensională t, la arbori și T la alezaje :

$$t = d_{max} - d_{min} \text{ și } T = D_{max} - D_{min} \tag{3}$$

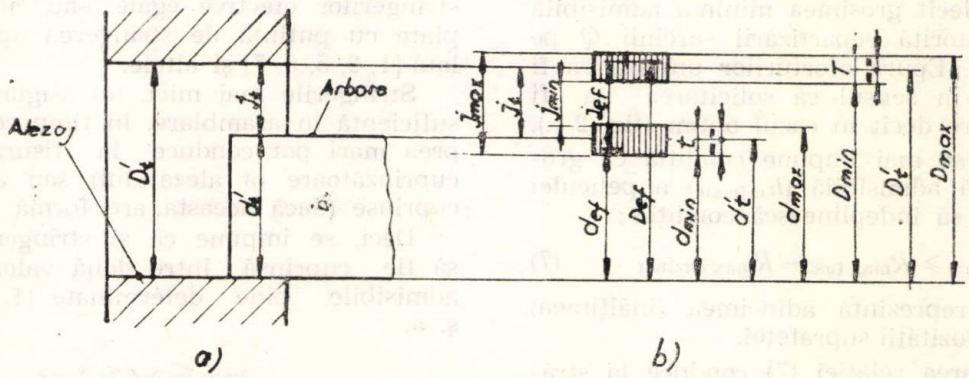


Fig. 1

Variația diametrelor arborilor și alezajelor, în cîmpul toleranțelor t și T, va face ca și jocul j să varieze între două limite admisibile :

$$j_{min} \leqslant j \leqslant j_{max} \tag{4}$$

Jocurile limită, în baza afirmației de mai sus, se vor determina, în funcție de diametrele limită admisibile ale alezajelor și arborilor, cu ajutorul relațiilor :

$$j_{max} = D_{max} - d_{min} \text{ și } j_{min} = D_{min} - d_{max} \quad (5)$$

Toleranța jocului, denumită și toleranța ajustajului cu joc, va fi dată de diferența jocurilor limită :

$$T_j = T_{aj} = j_{max} - j_{min} \quad (6)$$

Procedînd în modul arătat, condiție restrictivă se consideră precizia dimensională.

Totodată, în alte situații, condiție restrictivă se poate considera valoarea jocurilor limită. Aceasta, atunci cînd cerințele funcționale impun ca jocul efectiv să aibă valori egale cu jocul optim (fig. 2 a), sau cît mai apropiate de acesta.

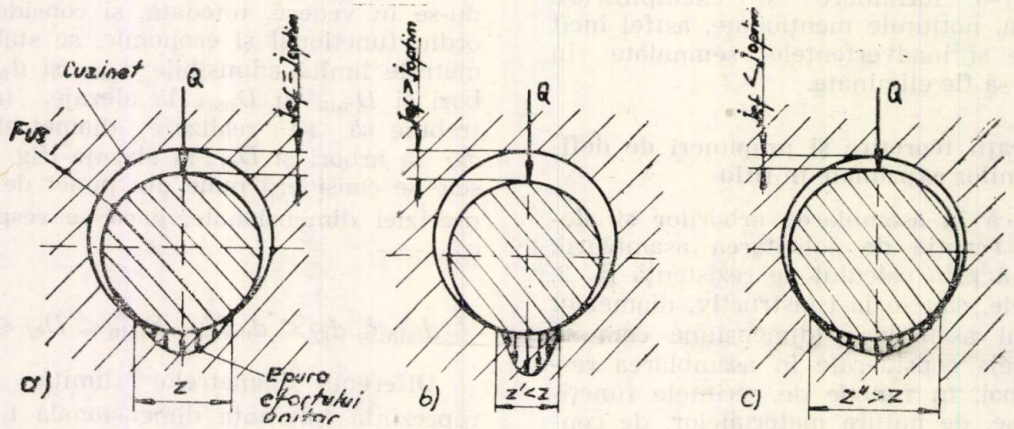


Fig. 2

Jocurile mai mari (peste o anumită limită (fig. 2 b) fac ca pelicula de lubrifiant să fie mai subțire decît grosimea minimă admisibilă ($h_{min\ ad}$), datorită repartizării sarcinii Q pe o zonă $Z' \leq Z$. Epura eforturilor unitare va fi defavorabilă, în sensul că solicitarea va fi mult mai mare decît în cazul optim (fig. 2 a).

Totodată, se mai impune condiția ca grosimea minimă admisibilă ($h_{min\ ad}$) a peliculei de lubrifiant să îndeplinească condiția :

$$h_{min\ ad} \geq R_{max\ fus} + R_{max\ cuzinet} \quad (7)$$

unde R_{max} reprezintă adîncimea (înălțimea) maximă a rugozității suprafeței.

Nerespectarea relației (7) conduce la străpungerea peliculei de lubrifiant de către vîrfurile rugozității, și ca urmare, are loc frecare semiuscată și, deci, uzură intensă.

În cazul jocurilor mai mici, sub o anumită limită admisibilă, deși epura eforturilor unitare este favorabilă $Z'' > Z$ (fig. 2 c), poate să aibă loc, însă, expulzarea peliculei de lubrifiant (frecare semiuscată sau uscată) și — ca urmare — are loc, de asemenea, uzură intensă și, totodată, creșterea temperaturii medii a filmului de lubrifiant. În cazul depășirii valorii admisibile a temperaturii, se produce degradarea lubrifiantului, fapt ce duce la distrugerea lagărului [2, 5, 6, 7] și altele.

Deci, și în ipoteza condiției restrictive considerate, se impune ca jocul efectiv să fie cuprins între două valori-limită admisibile, bine determinate [2, 5, 6, 7] și altele :

$$j_{min} \leq j_{ef} \leq j_{max}$$

În stare de repaos sau, în cazul mișcărilor de rotație de ordin mic (cîteva rotații pe minut), centrul arborelui se află pe aceeași verticală cu cel al alezajului (fig. 2), iar în stare de mișcare (de funcționare), vor avea loc fazele și fenomenele indicate în cadrul figurii 3.

La asamblările cu strîngere (fig. 4), condiții restrictive pot fi, de asemenea, imposibilitatea realizării practice a diametrelor cu precizie absolută, precum și cerința realizării strîngerilor efective egale, sau cît mai apropiate cu putință de strîngerea optimă calculată [1, 2, 5, 6, 7] și altele.

Strîngerile mai mici, nu asigură rezistență suficientă în asamblare, în timp ce strîngerile prea mari pot conduce la fisurarea piesei cuprinzătoare (a alezajului) sau a suprafeței cuprinse (dacă aceasta are formă tubulară).

Deci, se impune ca și strîngerea efectivă să fie cuprinsă între două valori — limită admisibile, bine determinate [1, 2, 5, 6, 7] ș. a. :

$$s_{min} \leq s_{ef} \leq s_{max} \quad (9)$$

Conform figurii 4, strîngerile — limită se pot exprima în funcție de diametrele limită, ceea ce, ca și în cazul asamblărilor cu joc, dovedește legătura intrinsecă între cele două condiții restrictive, enunțate :

$$s_{max} = d_{max} - D_{min} \text{ și } s_{min} = d_{min} - D_{max} \quad (10)$$

Toleranța strîngerii T_s, denumită și toleranța ajustajului cu strîngere T_{aj} este dată de relația :

$$T_s = T_{aj} = s_{max} - s_{min} \qquad (11)$$

Analizînd relațiile (5) și (10), rezultă că :

$$s_{max} = -j_{min} \text{ și } s_{min} = -j_{max}, \qquad (12)$$

ceea ce, îndreptățește afirmația că strîngerile pot fi considerate jocuri negative și, invers, jocurile, strîngeri negative.

Standardele în vigoare (STAS 8100-68 ... 8110-68) prevăd realizarea ajustajelor fie în sistemul arbore unitar. Ajustajul va fi în sistemul alezaj unitar, atunci cînd diametrul minim al alezajului (D_{min}) se ia egal cu dimensiunea nominală (N) (fig. 5 a), iar în sistemul arbore unitar, cînd, de data aceasta, diametrul maxim al arborelui (d_{max}) se va lua egal cu N (fig. 5 b). În acest ultim caz, se obține mărirea diametrului arborelui, cît și cea al alezajului, comparativ cu același ajustaj, prevăzut în sistemul alezaj unitar (fig. 5 a).

Mărirea diametrului se va face cu o valoare egală cu ajutorul minim (fig. 5 a și b).

Reprezentarea simplificată a ajustajului cu joc, considerată în sistemul alezaj unitar, precum și în sistemul arbore unitar, este arătată în figura 6 a, și respectiv în figura 6 b. Din aceste figuri se observă, de asemenea, fenomenul de mărire a diametrelor, în sistemul arbore unitar (fig. 6 b).

După părerea noastră, diametrele teoretice (d_t și D_t) trebuie considerate la jumătatea cîmpului de toleranță, indiferent de tipul ajustajului (ajustaj cu joc, cu strîngere sau intermediar), conform explicației prezentate în legătură cu figurile 1 b și 2 b, nu egale cu dimensiunea nominală.

În baza acestui fapt, gradul preciziei de prelucrare propunem să fie caracterizat de gradul de apropiere al dimensiunilor efective (sau reale) față de dimensiunile toretice d_t și D_t (sau față de dimensiunile medii, d_{med} și D_{med}), nu față de dimensiunea nominală, după cum se afirmă, în mod incorect, în foarte multe lucrări de specialitate, menționate în lucrarea [8].

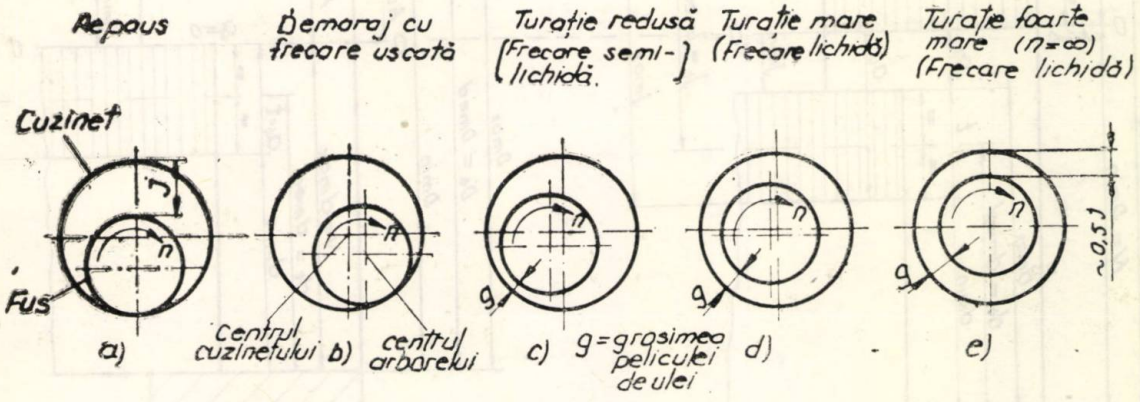


Fig. 3

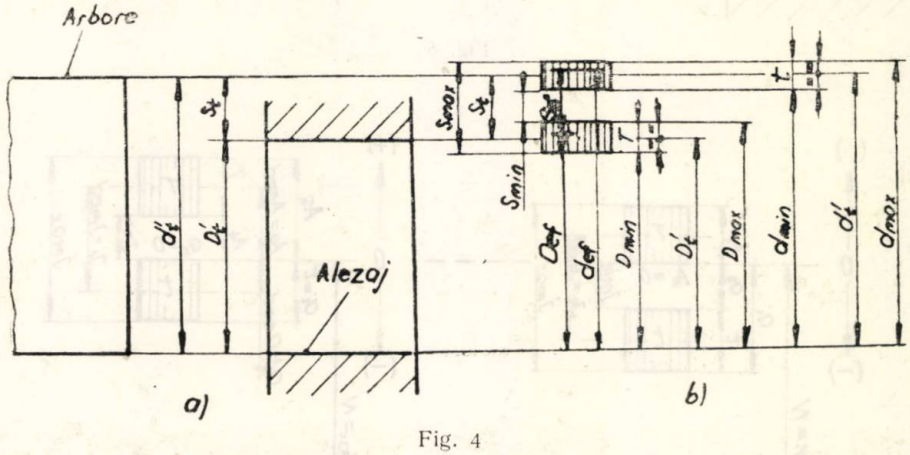


Fig. 4

După părerea noastră, eroarea de prelucrare dimensională trebuie determinată cu relațiile :

— la arbori :

$$\varepsilon_d = d_{ef} - d_{med} = a_{ef} - a_{med}, \text{ sau}$$

$$\varepsilon_d = d_{ef} = a_{ef} - a_t \qquad (13)$$

— la alezaje :

$$\varepsilon_D = D_{ef} - D_{med} = A_{ef} - A_{med}, \text{ sau}$$

$$\varepsilon_D = D_{ef} - D_t = A_{ef} - A_t \qquad (14)$$

în care :

a_{ef}, A_{ef} și a_t și A_t sînt abaterile efective și respectiv, abaterile teoretice la arbori și alezaje ;

d_{ef}, D_{ef} și d_t și D_t — diametrele efective și respectiv, teoretice la arbori și alezaje.

siunea efectivă este afectată de eroarea de măsurare ($\varepsilon_{măs}$) :

(15)

$$d_{real} = d_{ef} \pm \varepsilon_{măs}, \text{ sau } D_{real} = D_{ef} \pm \varepsilon_{măs},$$

de unde rezultă :

(16)

$$\varepsilon_{măs} = d_{ef} - d_{real}, \text{ sau } \varepsilon_{măs} = D_{ef} - D_{real}$$

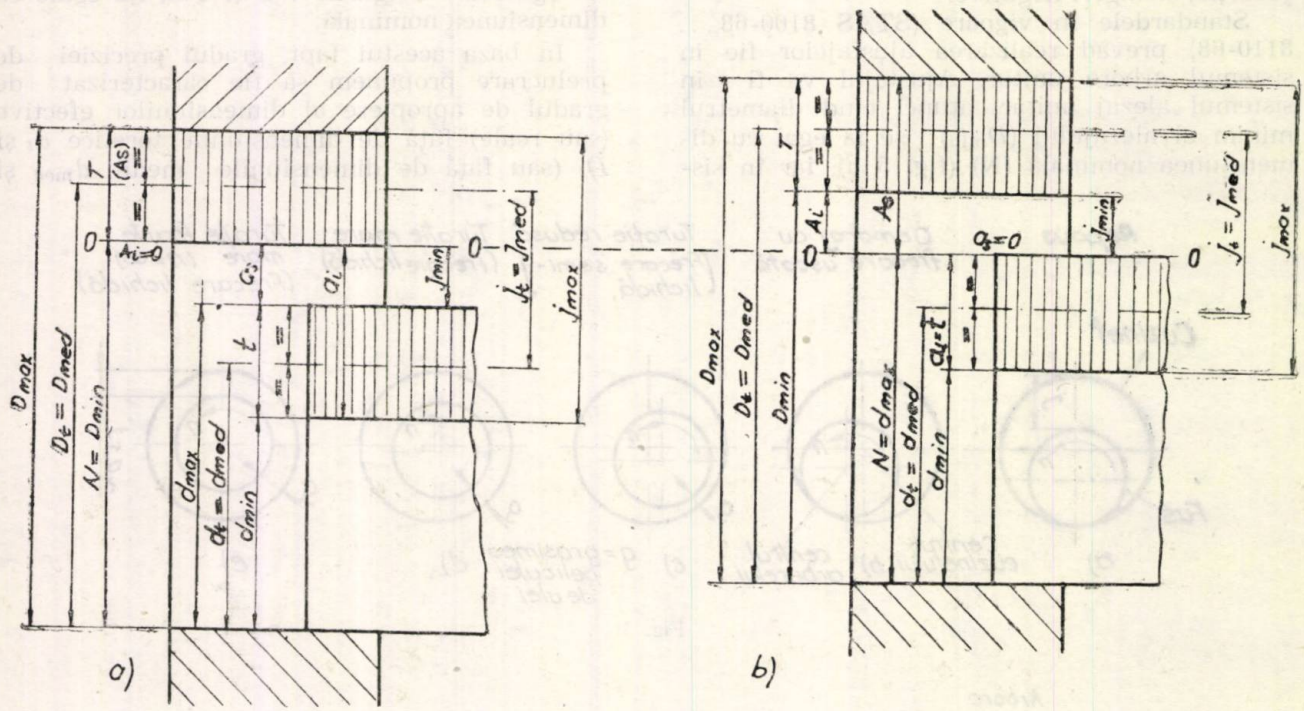


Fig. 5

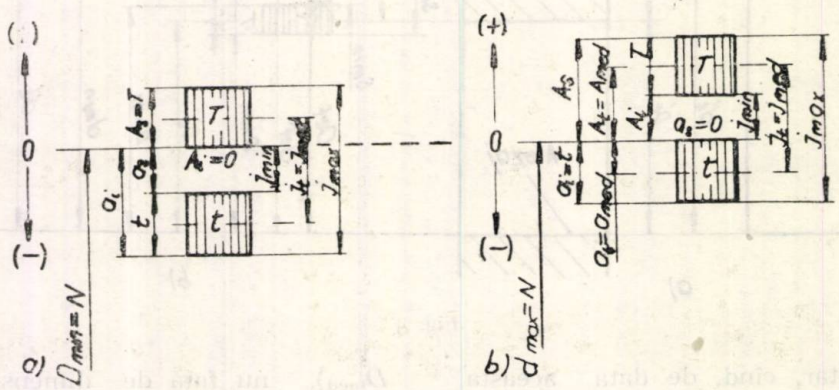


Fig. 6

Precizia dimensională va fi maximă cînd $\varepsilon_d = 0$ și $\varepsilon_D = 0$, adică atunci cînd dimensiunile efective (sau reale) corespund jumătății cîmpului de toleranță prescris.

Deosebirea dintre dimensiunea efectivă și dimensiunea reală constă în aceea că dimen-

O altă precizare pe care o considerăm necesară este aceea de a face distincție între noțiunea de abatare efectivă și eroare de prelucrare. După părerea noastră, aceste noțiuni sînt în totalitate distincte, în sensul că abaterea efectivă (abaterea de prelucrare)

trebuie considerată în raport cu dimensiunea nominală :

$$a_{ef} = d_{ef} - N \text{ și } A_{ef} = D_{ef} - N \quad (17)$$

iar eroarea de prelucrare, în raport cu dimensiunea medie (în raport cu mijlocul cîmpului

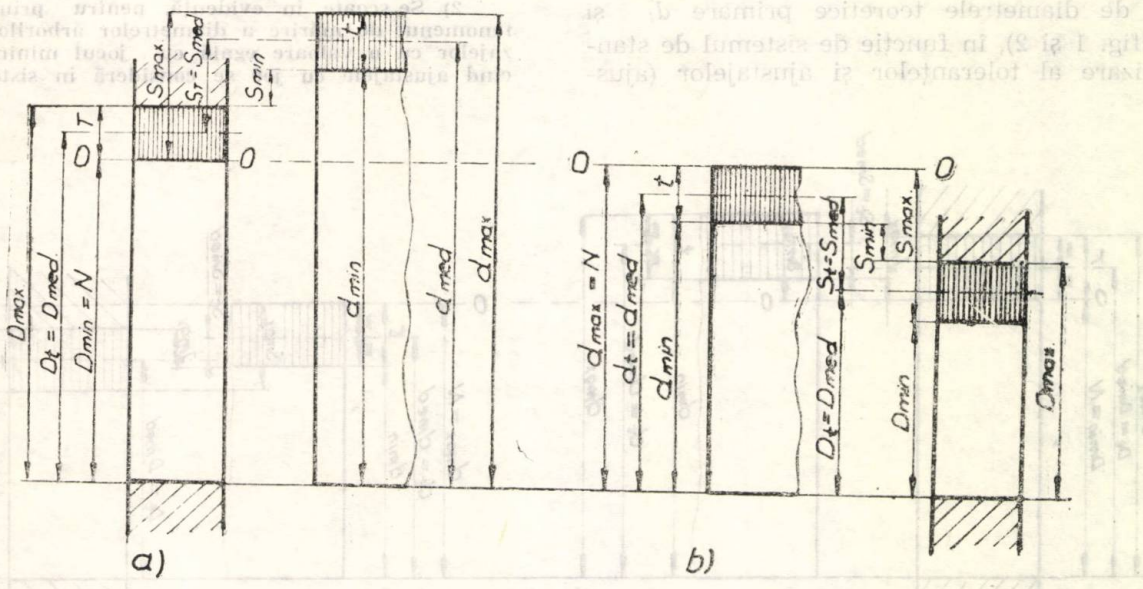


Fig. 7

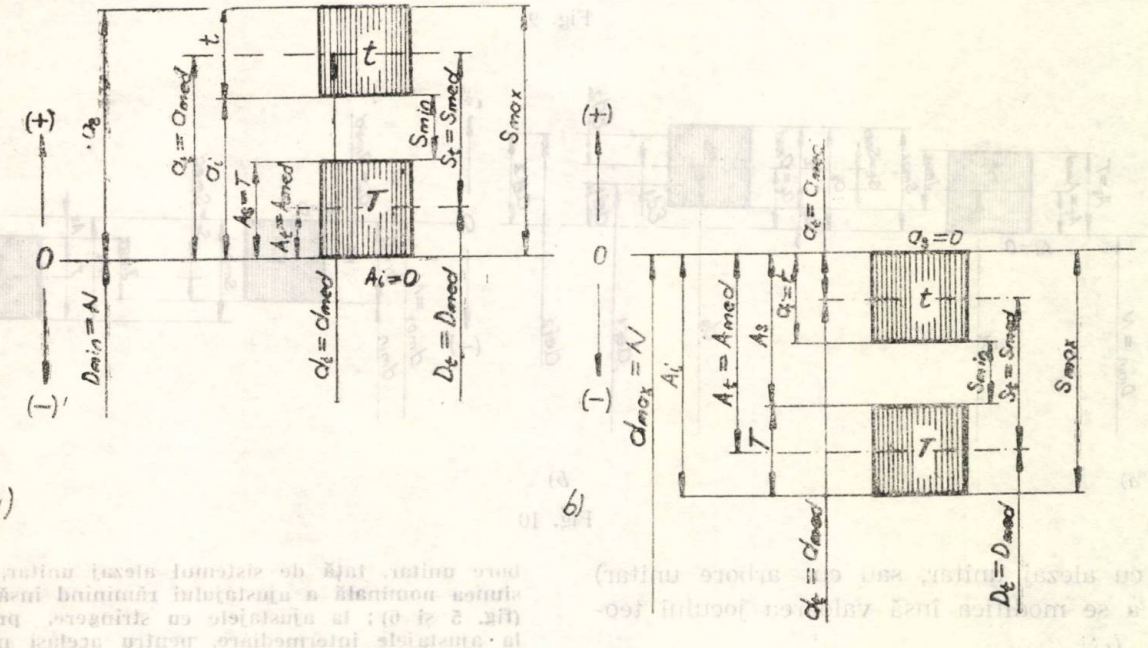


Fig. 8

de toleranță), conform relațiilor (13) și (14). Conform figurii 10, a, considerînd, de exemplu, $d_{ef_1} < d_t$, rezultă :

$$\varepsilon d_1 = d_{ef_1} - d_t \text{ cu semn } (-)$$

și

$$a_{ef_1} = d_{ef_1} - N, \text{ cu semn } (+)$$

Într-o altă situație, considerînd $d_{ef_2} > d_t$, se obține :

$$\varepsilon d_2 = d_{ef_2} - d_t, \text{ cu semn } (+)$$

$$a_{ef_2} = d_{ef_2} - N, \text{ cu semn, de asemenea } (+)$$

În mod asemănător se pot considera și alte situații, atît în cazul arborilor cît și cel al alezajelor.

Ca urmare a celor arătate, referitor la dimensiunile teoretice, la rîndul său, jocul teoretic va fi egal cu jocul mediu (fig. 5, 6) :

$$j_t = D_t - d_t = D_{med} - d_{med} \quad (18)$$

În cazul ajustajelor cu strîngere, situația se prezintă ca în figurile 7 și 8, iar în cazul ajustajului intermediar, ca în figurile 9 și 10.

$$S_t = d_t - D_t = d_{med} - D_{med} \qquad (19)$$

Din cele prezentate se observă că diametrele teoretice d_t și D_t (fig. 5, a și b) diferă față de diametrele teoretice primare d_t' și D_t' (fig. 1 și 2), în funcție de sistemul de standardizare al toleranțelor și ajustajelor (ajustaje cu alezaj unitar, sau cu arbore unitar) fără a se modifica însă valoarea jocului teoretic, j_t:

$$j_t = D_t' - d_t' = D_t - d_t \qquad (20)$$

Concluzii

În baza celor prezentate în articolul de față și ca urmare a continuării articolului anterior [8], se desprind următoarele concluzii mai importante :

1) Se precizează și se fundamentează necesitatea asigurării, în cadrul asamblărilor, a unor anumite valori bine determinate ale jocurilor, sau ale strîngerilor, cuprinse între două limite admisibile ; totodată se accentuează asupra principalelor neajunsuri care pot să aibă loc la nerespectarea limitelor admisibile, precum și la nerespectarea condițiilor restrictive cerute de rolul funcțional al pieselor în asamblarea considerată.

2) Se scoate în evidență, pentru prima dată, fenomenul de mărire a diametrelor arborilor și alezajelor cu o valoare egală cu jocul minim, atunci cînd ajustajele cu joc se consideră în sistemul arbore unitar, față de sistemul alezaj unitar, dimensiunea nominală a ajustajului rămînînd însă aceeași (fig. 5 și 6) ; la ajustajele cu strîngere, precum și la ajustajele intermediare, pentru același nominal ; în sistemul arbore unitar are loc însă o micșorare a diametrelor arborilor și alezajelor cu o valoare egală cu strîngerea maximă (fig. 7 ... fig. 10). Întrucît această constatare nu a fost semnalată și nici studiată în literatura de specialitate, urmează ca în baza unor cercetări ulterioare să se tragă concluziile ce se impun.

3) Dimensiunea teoretică se demonstrează că este acea dimensiune care corespunde jumătății cîmpului de toleranță prescris (dimensiunea teoretică = dimensiunea medie), indiferent de tipul

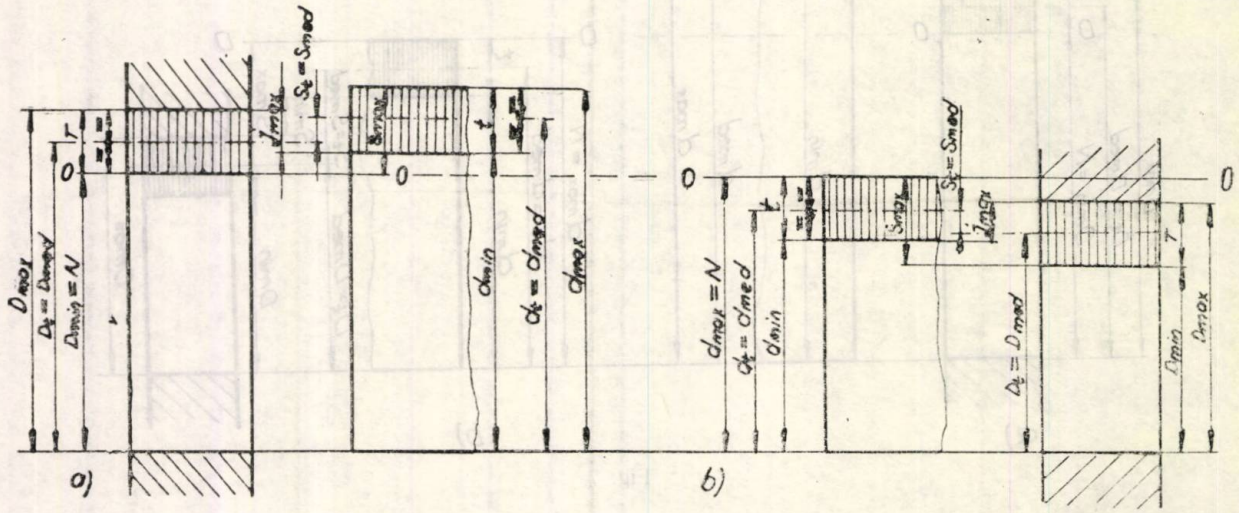


Fig. 9

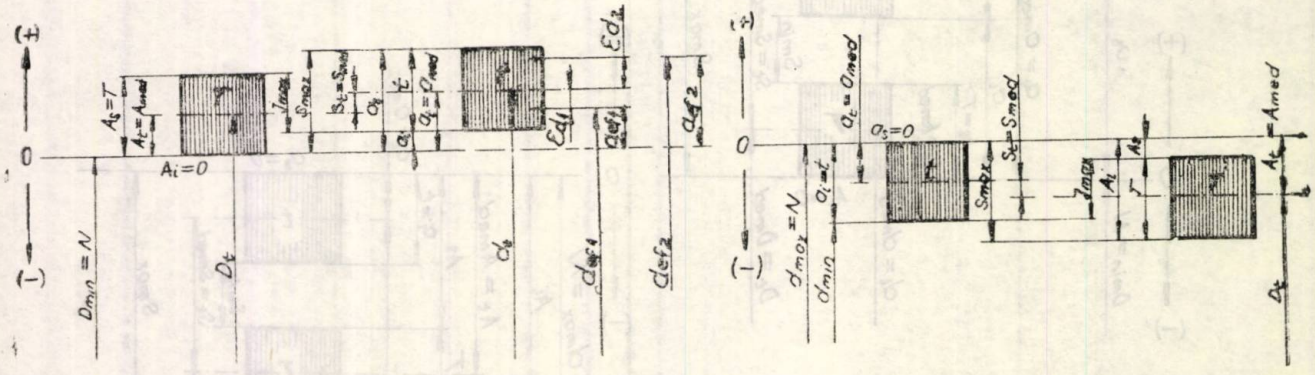


Fig. 10

ajustajului (cu joc, strîngere, sau intermediar) și indiferent de sistemul în care se consideră ajustajul (sistemul alezaj unitar sau sistemul arbore unitar).

4) Eroarea de prelucrare dimensională se definește ca diferența dintre dimensiunea efectivă (sau dimensiunea reală) și dimensiunea teoretică ; eroarea de prelucrare trebuie deci considerată în raport de dimensiunea medie (considerată de noi dimensiune teoretică), sau, altfel spus, în raport cu jumătatea cîmpului de toleranță.

5) Noțiunea de eroare de prelucrare și noțiunea de abatare efectivă sînt noțiuni total diferite, în sensul că eroarea de prelucrare trebuie considerată și respectiv, măsurată, în raport de dimensiunea teoretică (dimensiunea medie), în timp ce abatarea efectivă, ca de altfel și abaterile — limită trebuie considerate conform standardelor în vigoare în raport cu dimensiunea nominală (denumită linie zero).

6) Noțiunea de ajustaj, ca noțiune care precizează valoarea jocului sau a strîngerii în cadrul unei asamblări, își păstrează valabilitatea numai dacă dimensiunea teoretică se consideră egală cu dimensiunea medie admisibilă, nu egală cu dimensiunea nominală ; în acest ultim caz toate tipurile de ajustaje s-ar reduce la unul singur [8] și, totodată, ar fi posibilă acceptarea la control a unor piese care se află în afara cîmpului de toleranță prescris, adică ridicarea la rang de „piesă ideală", a unei piese care în realitate este rebut [8].

BIBLIOGRAFIE

[1] *Buzdugan, Gh.* : Rezistența materialelor. Ediția 11 revizuită. Editura tehnică București, 1980.

[2] *Drăghici, I. ș. a.* : Organe de mașini. Editura didactică și pedagogică, București, 1980.

[3] *Lăzărescu, D., ș. a.* : Toleranțe și măsurări tehnice. Editura didactică și pedagogică, București, 1969.

[4] *Lăzărescu, D., Stețiu, C., Stețiu, Gr.* : Cotarea funcțională și cotarea tehnologică. Editura tehnică, București, 1973.

[5] *Manea, Gh.* : Organe de mașini. Editura tehnică, București 1970.

[6] *Pascovici, M. D. ș. a.* : Lagăre radiale hidrodinamice. Îndrumar pentru poiectare. Institutul politehnic București, 1978.

[7] *Popescu, D., ș. a.* : Organe de mașini. Vol. I. Institutul Politehnic București, 1975.

[8] *Sturzu, A.* : Unele considerații cu privire la noțiunile de precizie de prelucrare, dimensiune teoretică, dimensiune nominală și ajustaj, Revista „Construcția de mașini" nr. 1, București, 1984.

[9] *Sturzu, A* : Toleranțe și măsurători tehnice. Institutul Politehnic București, 1965.

[10] *Sturzu, A., ș. a.* : Mașini-unelte și control tehnic — precizia de prelucrare și controlul acesteia. Institutul Politehnic București, 1969.

CZ : 621.753.1

Dispozitiv de control pentru centrale nuclearo-electrice

Ing. Maria **STANCU**, ing. Mihai **MEIU** — I.C.T.C.M. București

În cadrul programului pentru realizarea în țară a utilajelor și aparaturii necesare fabricației de echipamente pentru Centralele Nucleare Electrice, Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Industria Construcțiilor de Mașini (I.C.T.C.M.) a realizat, între altele, și două dispozitive de măsură pentru carcasele, respectiv, pentru diafragmele turbinelor din C.N.E. :

— dispozitiv pentru controlul spațial al carcaselor sudate de turbină ;

— dispozitiv pentru verificarea planeității și prelucrare baze tehnologice pentru diafragme.

Din analiza făcută, a rezultat că pe plan mondial se realizează asemenea utilaje, dar nu la dimensiunile cerute de beneficiar (axele Y, Z — 1800 × 4500 mm), respectiv braț de 3000 mm.

Astfel, firma Opton — R.F.G. realizează mașina de măsurat în 3 coordonate, din seria SMM, avînd deplasările pe axele Y și Z de 1600×2400 mm. la varianta cu un suport și 3200 × 2400 mm, la varianta cu doi suporți.

Firma POLI din Italia realizează modelul POLI-TU (1200 × 3000 mm), iar firma Mitutoyo din Japonia realizează o gamă largă de mașini de măsurat în trei coordonate, cu dimensiuni pînă la 1300 × 2030 × 2630 mm.

Modele asemănătoare realizează și Stiefelmayer din R.F.G. și DEA.

Toate aceste modele se caracterizează printr-un înalt grad de precizie, care variază, de la firmă la firmă, în funcție de mărimea mașinii (de la 0,001 mm la 0,1 mm), și un înalt grad de automatizare, ele fiind asistate de calculator.

Asemenea utilaje sînt mult prea precise pentru ceea ce a pretins beneficiarul (0,1 mm), iar, pe de altă parte, nu satisfac gama de gabarite cerute (axele Y și Z — 1800 × 4500 mm). De asemenea, prețul de cost este foarte mare, datorită preciziei înalte și automatizării.

Realizarea în țară cu echipamente românești a unor utilaje asemănătoare (pentru prima etapă, lipsite de calculator), a ridicat probleme deosebite.

S-au făcut o documentare serioasă și repetate analize cu specialiști de la alte institute (I.C.S.I.T. — Titan, I. P. A. — București, C.C.S.I.T.M.F.S. — București, I.T.I.M. — Cluj Napoca), pentru utilizarea unor componente specifice, cum sînt : aparate de măsură și afișare a deplasărilor, sisteme de deplasare precise, acționări în curent continuu și altele.

S-a căutat să se folosească componente și aparatură care se fabrică în țară, evitîndu-se folosirea aparaturii de import :

— bucșe cu bile cu recirculație — realizate la I.C.S.I.T. — Titan ;

— cremaliere și pinioane de precizie — I.M.U.A.B. ;

— traductor incremental de rotație — C.C.S.I.T.M.F.S. ;

— bloc electronic cu afișaj — NUMEROM — FEA.

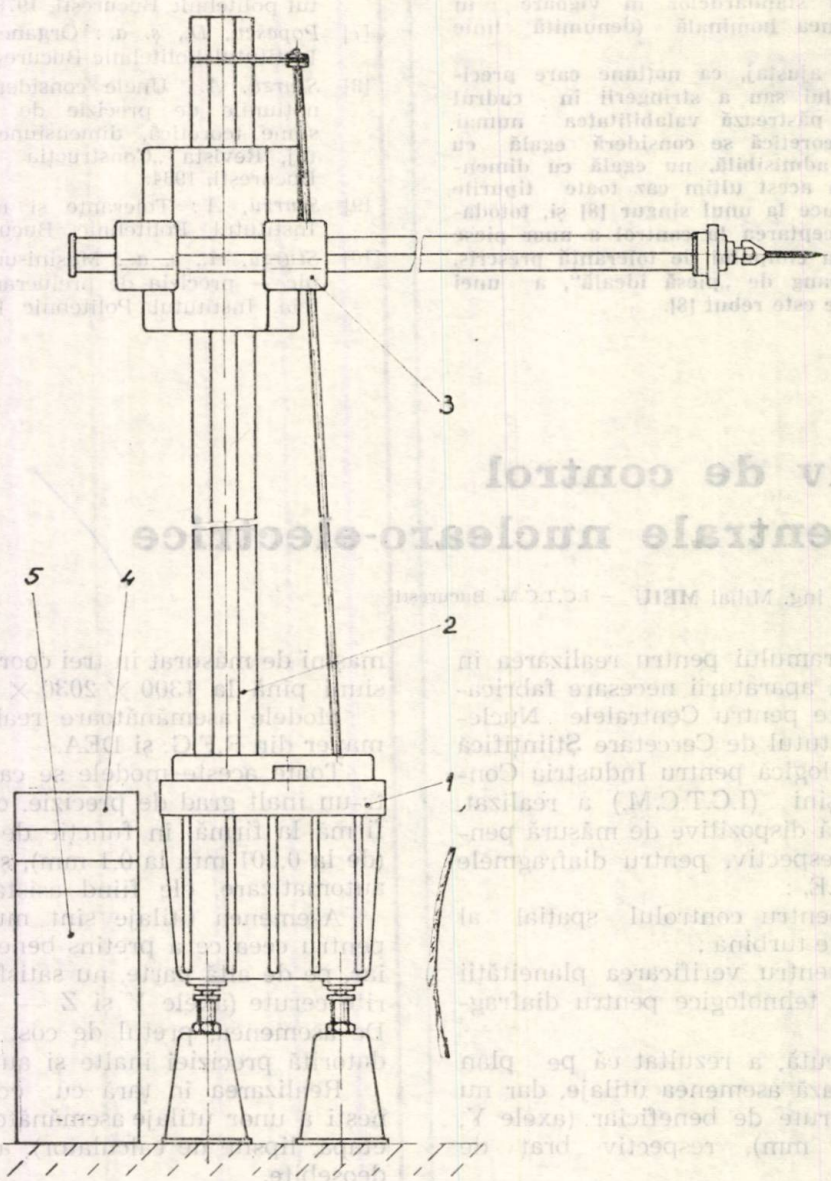


Fig. 1 Dispozitiv pentru controlul spațial al carcaselor sudate pentru turbine.
1 — suport axă X ; 2 — suport axă Z ; 3 — suport axă Y ; 4 — afișare numerică ; 5 — instalație electrică.

Dispozitivul tridimensional, prezentat în figura 1, este destinat trasării și controlului spațial al carcaselor sudate, ce vor fi realizate la I.M.G. — București, necesare fabricării grupului de 700 MW pentru C.N.E.

Datorită gabaritului mare al pieselor controlate (8820 × 4035 × 3378), la dispozitivul de control al carcaselor sudate au apărut probleme deosebite, privind — pe de o parte — asigurarea unei rigidități corespunzătoare preciziei de măsurare și găsirea unor soluții constructive pentru ghidaje și aparatura de măsură pentru lungimi mari, iar pe de altă parte, găsirea unor soluții care să asigure accesul operatorului în zona de măsurare, securitatea instrumentului de palpare și manevrarea instalației de operator, care trebuie să poată acționa, din orice loc, întreaga gamă de comenzi.

Dificultățile menționate mai sus au fost depășite prin adoptarea unor soluții de deplasare pe axele Z și Y pe coloane, ghidate în bucșe cu bile cu recirculație, mișcarea realizîndu-se cu ajutorul unor șuruburi acționate de servomotoare de curent continuu, cu turație variabilă și frînă înglobată, comandate de la operator sau de la pupitrul de comandă.

Deplasarea pe axa X se face pe tacheți cu role, iar măsurarea se face pe o riglă gradată cu vernier.

Printre caracteristicile tehnice principale ale acestui utilaj, amintim :

— domeniul de măsurare :

— pe axa X 0 ... 8,500 mm ;
— pe axa Y 0 ... 1,800 mm ;
— pe axa Z 0 ... 4,500 mm ;

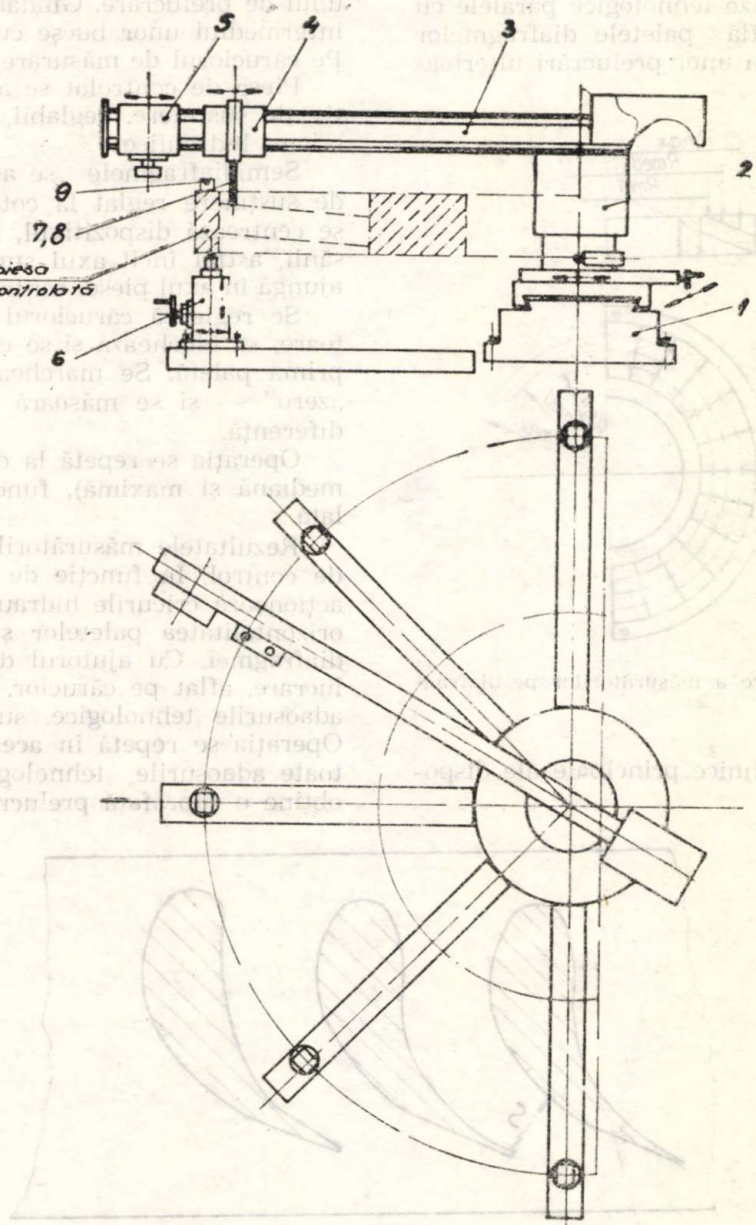


Fig. 2 Dispozitiv pentru control planeitate și prelucrare baze tehnologice pentru diafragme.
1 — suport ; 2 — lagăr ; 3 — braț orizontal ; 4 — cărucior de măsurare ; 5 — cărucior de prelucrare ; 6 — cricuri hidraulice ; 7 — palpator ; 8 — dispozitiv pentru „pașaportizare" ; 9 — cep tehnologic.

Măsurarea se realizează cu ajutorul unor traductori incrementali de rotație, prevăzuți cu pinioane ce se deplasează pe cremaliere de precizie. Afișarea cotelor se realizează pe un bloc electronic de tip NUMEROM 507.

— precizia de măsurare : $\pm 0{,}5$ mm.

Verificarea carcasei, de o formă complexă și în greutate de circa 20 t., se face pe o masă de trasaj, dispozitivul permițînd, cu o serie de anexe, accesul în toate zonele de măsurare.

Utilizarea lui conduce la o reducere substanțială a manoperei de control, făcută în prezent, la produse similare (de gabarite mai mici) cu mijloace clasice. Totodată crește precizia de măsurare și, implicit, calitatea produsului.

Dispozitivul pentru verificarea planeității și prelucrare bază tehnologică pentru diafragme (fig. 2) este utilizat pentru verificarea planeității și crearea unor baze tehnologice paralele cu planul în care se află paletele diafragmelor turbinelor, în vederea unor prelucrări ulterioare (fig. 3).

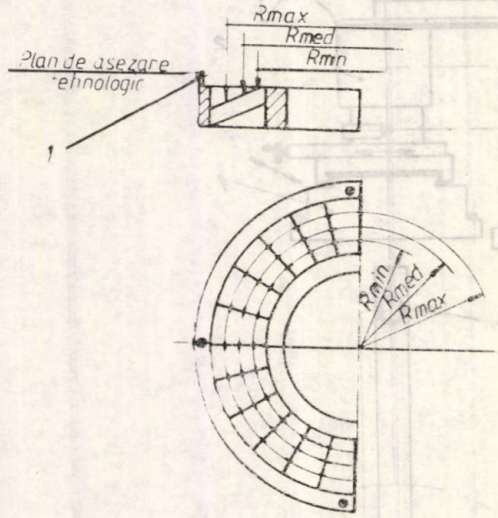


Fig. 3 Locul de efectuare a măsurătorilor pe diafragmă.
1. cep tehnologic

Caracteristicile tehnice principale ale dispozitivului sînt :

— precizia de măsurare : 0,1 mm ;
— instrumentul de măsurare : traductor incremental de rotație și bloc de afișare numerică.

Dispozitivul, așa cum este prezentat în figura 2, este format dintr-un suport central, cu două sănii perpendiculare și un lagăr pe care se montează un braț orizontal.

Pe braț culisează un cărucior de măsurare și unul de prelucrare. Ghidarea se realizează prin intermediul unor bucșe cu bile cu recirculație. Pe cărucior de măsurare culisează palpatorul.

Piesa de controlat se așează pe un dispozitiv de susținere, reglabil, format din cinci cricuri hidraulice.

Semidiafragmele se așează pe dispozitivul de susținere reglat la cotele corespunzătoare ; se centrează dispozitivul, manevrînd cele două sănii, astfel încît axul suportului central să ajungă în axul piesei controlate.

Se reglează căruciorul la raza corespunzătoare, se blochează și se coboară palpatorul pe prima paletă. Se marchează nivelul de bază „zero" — și se măsoară celelalte palete prin diferență.

Operația se repetă la diverse raze (minimă, mediană și maximă), funcție de piesa controlată.

Rezultatele măsurătorilor se înscriu în fișe de control. În funcție de aceste rezultate, se acționează cricurile hidraulice pentru a realiza orizontalitatea paletelor și, respectiv, a semidiafragmei. Cu ajutorul dispozitivului de prelucrare, aflat pe cărucior, se prelucrează toate adaosurile tehnologice, sudate în prealabil. Operația se repetă în acest fel, pînă cînd pe toate adaosurile tehnologice sudate se va obține o suprafață prelucrată complet.

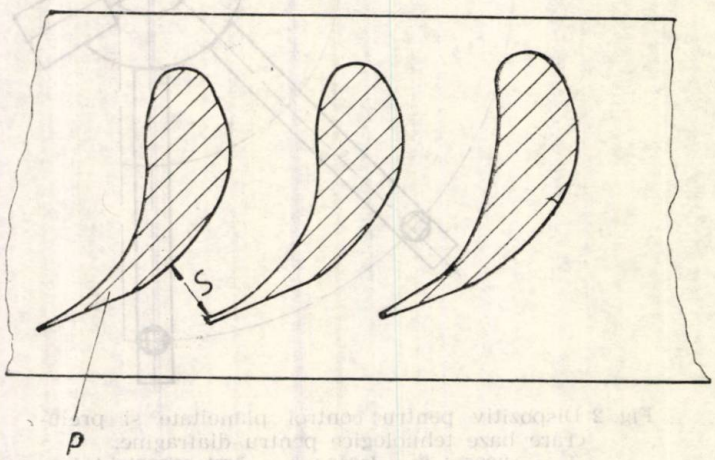


Fig. 4 Secțiunea de verificat pentru pașaportizare.
s = secțiune de trecere a aburului ; p = paletă.

— piesă controlată :
diafragme pentru turbine cu :
$\varnothing_{min}$ = 600 mm ;
$\varnothing_{max}$ = 6000 mm ;

O altă măsurare ce se efectuează cu acest dispozitiv este „pașaportizarea", respectiv măsurarea unei secțiuni de trecere a aburului (fig. 4). În acest scop, se înlocuiește palpatorul cu un dispozitiv special.

Rezultatele măsurărilor, transmise prin intermediul unor traductori incrementali de rotație la un bloc de afișaj numeric NUMEROM 507, se prelucrează și se aduc corecțiile corespunzătoare piesei controlate.

Ca și la dispozitivul anterior, efectele utilizării acestui utilaj modern reprezintă o importantă reducere a manoperei de pregătire și control, o substanțială creștere a calității produsului, precum și reducerea importului și a timpului de pregătire pe mașina de prelucrat a acestor piese, pe care, în unele cazuri, se face în prezent această operație.

Dispozitivul este conceput ca să poată fi conectat la un calculator electronic, astfel încît operațiile de înregistrare pe fișe și prelucrare a datelor obținute să se facă automat.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Demian, T., Pascu, A.*: Lagăre și ghidaje pentru aparate. Editura Academiei R.S.R., 1980, București.

[2] *Drăghici, I. și alții*: Îndrumar de proiectare în construcții de mașini, vol. I și II, Editura Tehnică, București.

[3] *Buzdugan, Gh.*: Rezistența materialelor — culegere de probleme — Editura Didactică și Pedagogică, 1980, București.

[4] *Safranova G.M.*: Mașini de măsurare (limba rusă) MASINOSTROITEL, No. 11—1982, pag. 40—41.

[5] *Warnecke, H.J., Dutschke, W.*: Tehnica măsurării prelucrărilor. Dezvoltare și stadiu actual (limba germană). Werkstattstechnik, Nr. 12, 1982, pag. S 267—S 274.

CZ : 621.86/.87

Simulator pentru sistem de transport interoperațional în instalații automate de galvanizare

Ing. Ioan **PIȚURESCU**, ing. Paul **HERGHELEGIU**, ing. Stelian **ARION**, ing. Eugen **POPESCU** — I.C.T.C.M. București

În prezent se constată o importantă schimbare calitativă în domeniul utilajelor pentru protecția suprafețelor, în general, și acoperirii prin galvanizare, în special schimbare avînd la bază, ca element principal, introducerea mijloacelor de automatizare și a tehnicii de calcul.

În vederea asigurării soluțiilor constructive și tehnologice necesare activității de cercetare-proiectare, îndeosebi pentru problemele din domeniile de vîrf ale tehnicii, se impune materializarea unor forme și mijloace adecvate care să faciliteze asimilarea, într-un timp foarte scurt.

Mijlocul cel mai frecvent utilizat pentru asimilarea și implementarea sistemelor industriale complexe de către atelierele de cercetare-proiectare este prin modelare sau simulare. Modelarea sau simularea se materializează prin machete, modele sau simulatoare.

Se pot distinge mai multe nivele de modelare, după gradul de complexitate al obiectivelor urmărite, după gradul de integrare în realitatea industrială (de imitare a realității). Funcție de acest nivel ne propunem :

— cunoașterea elementelor componente ale unei mașini sau instalații cu ajutorul unei machete statice ;

— familiarizarea cu funcționarea acestei mașini sau instalații cu ajutorul unei machete animate ;

— însușirea de manevrare a mașinii, utilizînd un „bloc logic și de comandă", care să dea socoteală de consecințele acțiunilor operatorului ;

— diagnosticarea nefuncționării, avînd în vedere și repararea cu ajutorul unor simulatoare complexe, permițînd o intervenție directă asupra unor elemente componente.

Se pot, de asemenea, realiza machete funcționale, care pot fi fundamental diferite, prin forma lor față de realitatea industrială, dar pot reproduce funcțiile utilajului.

Ne-am propus o cale mediană, care constă în utilizarea unor sisteme hibride, formate din elemente funcționale de uz industrial (la scară micșorată), reunite pe un ansamblu unitar de uz experimental și chiar pedagogic.

Acest sistem, apropiat de realitatea industrială, poate fi utilizat atît la însușirea (învățarea, formare) teoretică a sistemului (lor) în ansamblu, cît și cea practică, experimentală de exploatare și manevrare.

Astfel, s-au dotat atelierul de acționări electrice, electronice, hidraulice și pneumatice cu un SIMULATOR PENTRU SISTEM DE TRANSPORT INTEROPERAȚIONAL ÎN INSTALAȚII AUTOMATE DE ACOPERIRI GALVANICE, care să răspundă atît necesităților de formare cît și de informare, încercînd astfel să dezvoltăm la cercetători-proiectanți calitățile profesionale deja do-

bîndite, anume, prin cele două forme cunoscute „learning by training" (instrucție) și „learning by doing" (făcînd). Necesitatea de a realiza un astfel de simulator s-a făcut simțită datorită deselor ocazii în care au fost puși și anume : lucrări cu un înalt nivel de tehnicitate, abordarea sistemică a unor lucrări, intervenții și PIF a unor sisteme complexe și politehnice.

În principiu, o instalație galvanică cu comandă program prezintă un grad de disponibilitate prea mare față de fiabilitatea intrinsecă a fiecărui subansamblu. Diagnosticarea defectelor la o astfel de instalație arată că nefuncționările provin din :

— fiabilitatea scăzută a aparatajului electric și a sistemului de programare ;

— legăturile (interfețele) între aparatajul de comandă și programatoare ;

— slaba „instruire-formare" a operatorilor (lucrătorilor) ce servesc astfel de instalații.

Atît operatorii, cît și cadrele tehnice, chiar dacă primesc informări sau sesizează defecțiuni ale instalației, nu au în schimb decît foarte puține cunoștințe (sau deloc) asupra sistemului global și deci asupra structurii și interdependenței subansamblelor.

De teama a nu înțelege și dirija greșit lanțul evenimentelor și ordinele generate printr-o acțiune voluntară, personalul nu îndrăznește să intervină, instalațiile nefuncționînd în regim automat o perioadă mare de timp.

Analizînd tehnicile și tehnologiile utilizate în astfel de instalații s-a impus a se realiza un ansamblu-machetă al simulatorului, cu următorele obiective :

— o identificare a conceptului de sistem ;

— o instruire („formare") teoretică și practică a personalului din atelier asupra tehnicilor de calcul, a informației industriale și a tehnicilor de interfațare și periferice ;

— o veritabilă însușire a problemelor și o familiarizare cu automatele programabile, cu structuri de hardware și software ;

— transmiterea cunoștințelor necesare dialogului cu specialiști de altă meserie, abordînd totodată meserii de graniță ;

— asimilarea tehnicilor și tehnologiilor asociate ;
— microelectronică ;
— informatică industrială ;
— tehnică de calcul ;
— mini / microcalculatoare de proces ;
— automate programabile ;
— sisteme distribuite de conducere ;
— echipamente de comandă numerică cu calculator ;
— acționări reglabile etc.

Modelarea unei astfel de „unități flexibile", reprezentînd toate aceste materii reunite, dă posibilitatea de realizare unitară, nelimitată, a unui evantai de aplicații (manipulatoare, roboți, agregate etc).

Sistemul are următoarele componente (fig. 1) :

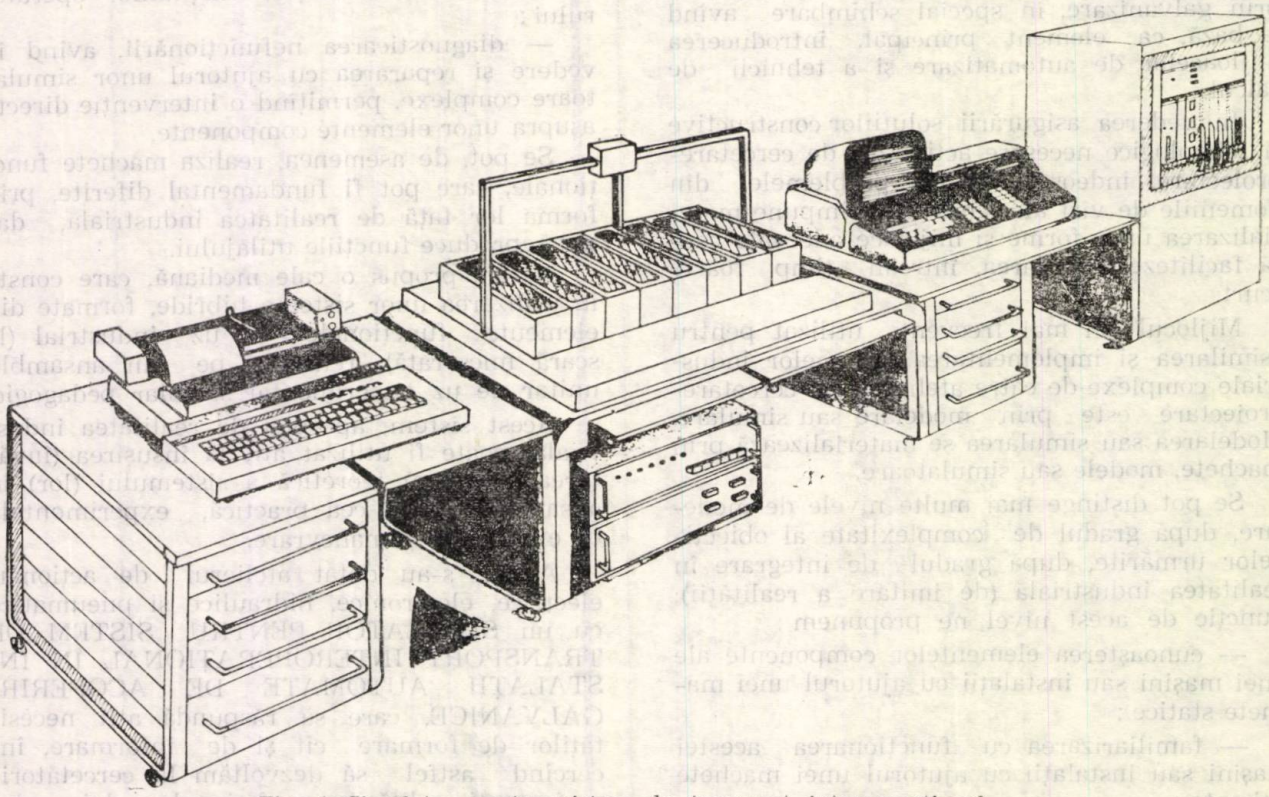


Fig. 1 Simulator pentru sistem de transport interoperațional.

— linie de galvanizare (machetă), compusă din 8 posturi, servită în buclă închisă de un mecanism de transport (model funcțional) cu deplasare pe două axe ;

— o unitate de comandă (în variante : cu relee, circuite integrate discrete, terminale industriale și periferice sale (display, lector de bandă, imprimată, memorii, etc.) ;

— o unitate de comandă microprogramată bazată pe un sistem de dezvoltare cu microprocesor 8080 ;

— miniautomat programabil ;

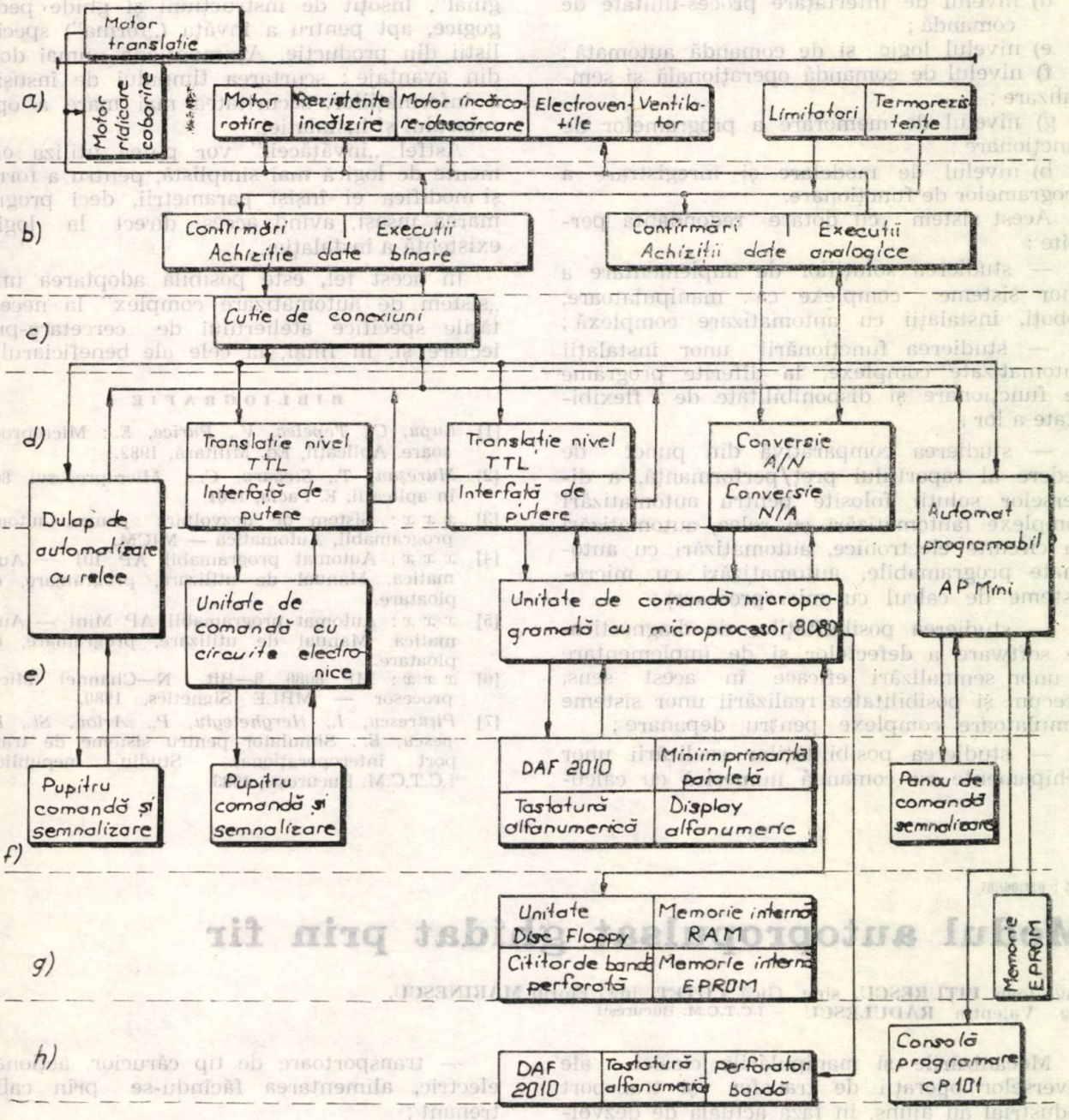


Fig. 2 Schemă bloc

a) Nivelul de proces ; b) Nivelul de achiziții date și elemente de execuție ; c) Nivelul de conexiuni ; d) Nivelul de interfațare ; e) Nivelul de comandă și control ; f) Nivelul de operare ; g) Nivelul suporturilor de memorare a programelor ; h) Nivelul de înscriere a programelor.

— interfețe și cabluri de legătură, între linia de galvanizare și unitățile de comandă.

După cum se vede în schema-bloc (fig. 2), sistemul poate fi modularizat pe mai multe nivele, care permit o flexibilitate deosebită,

cu aplicații la perfecționarea a diverse automatizări și anume :

a) nivelul de proces ;
b) nivelul de achiziție date ;
c) nivelul de conexiune ;
d) nivelul de interfațare proces-unitate de comandă ;
e) nivelul logic și de comandă automată ;
f) nivelul de comandă operațională și semnalizare ;
g) nivelul de memorare a programelor de funcționare ;
b) nivelul de modelare și înregistrare a programelor de funcționare.

Acest sistem cu dotare redondantă permite :

— studierea soluțiilor de implementare a unor sisteme complexe ca : manipulatoare, roboți, instalații cu automatizare complexă ;

— studierea funcționării unor instalații automatizate complexe, la diferite programe de funcționare și disponibilitate de flexibilitate a lor ;

— studierea comparativă din punct de vedere al raportului preț/performanță, a diverselor soluții folosite pentru automatizări complexe (automatizări cu relee, automatizări cu circuite electronice, automatizări cu automate programabile, automatizări cu microsisteme de calcul cu microprocesor) ;

— studierea posibilităților de diagnosticare software a defectelor și de implementare a unor semnalizări eficace în acest sens, precum și posibilitatea realizării unor sisteme simulatoare complexe pentru depanare ;

— studierea posibilităților realizării unor echipamente cu comandă numerică cu calculator și posibilităților de cuplare cu un minicalculator („Indepedent 100", de exemplu) în vederea unor automatizări complexe extinse.

Ne propunem ca pe viitor acest sistem să-l transformăm într-un „sistem pedagogic original", însoțit de instrucțiuni și ghide pedagogice, apt pentru a învăța („forma") specialiștii din producție. Aș menționa numai două din avantaje : scurtarea timpului de însușire a informațiilor, securitatea mai mare a operatorului și instalației.

Astfel „învățăceii" vor putea utiliza elemente de logică mai simplistă, pentru a forma și modifica ei înșiși parametrii, deci programarea însăși, avînd acces direct la logica existentă a instalației.

În acest fel, este posibilă adoptarea unui „sistem de automatizare complex" la necesitățile specifice atelierului de cercetare-proiectare și, în final, la cele ale beneficiarului.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Lupu, C., Tepelea, V., Purice, E.* : Microprocesoare. Aplicații, Ed. Militară, 1982.

[2] *Mureșan, T., Stegaru, C.* : Microprocesul 8080 în aplicații, E. Facla, 1981.

[3] *x x x* : Sistem de dezvoltare pentru automat programabil, Automatica — MICM.

[4] *x x x* : Automat programabil AP 101 — Automatica. Manual de utilizare, programare, exploatare.

[5] *x x x* : Automat programabil AP Mini — Automatica. Manual de utilizare, programare, exploatare.

[6] *x x x* : MP 8080, 8—Bit N—Channel Microprocesor — MBLE Signetics, 1980.

[7] *Pițurescu, I., Herghelegiu, P., Arion, St., Popescu, E.* : Simulator pentru sisteme de transport interoperațional. Studiu nepublicat, I.C.T.C.M. București, 1983.

CZ : 621.86/.87

Modul autopropulsat ghidat prin fir

Ing. Ioan **PIȚURESCU**, sing. Gică **COTEȚ**, ing. Florin **MARINESCU**, ing. Valentin **RĂDULESCU** — I.C.T.C.M. București

Mecanizările și manipulările clasice ale diverselor operații de transfer și transport industrial au ajuns, în faza actuală de dezvoltare a tehnicii, la un grad înalt de perfecționare. Astăzi se pot rezolva probleme de transport și manipulare din cele mai complexe.

Pentru transportul sarcinilor mici (maximum 2000 daN) au apărut o serie de mijloace de transport, dintre care în lucrarea de față prezentăm transportul tehnologic cu modul autopropulsat ghidat prin fir.

Sînt cunoscute utilaje de transport realizate pe baza unor procedee foarte diverse cum ar fi :

— transportoare de tip cărucior, acționate electric, alimentarea făcîndu-se prin cablu trenant ;

— transportoare de tip electrocar, acționate electric, de tip autonom ;

— transportoare de tip autocar, acționate cu motoare termice.

Una din problemele de bază ale manipulării automate constă din înlănțuirea unor puncte în cadrul aceluiași sistem tehnologic, ca de exemplu :

— legarea între ele a unor mașini-unelte sau locuri de montaj ;

— legarea unei linii de prelucrare sau montaj, cu unul sau mai multe posturi de control, standuri de probe, ș.a.;

— legarea unei magazii de materiale cu mai multe mașini, în vederea alimentării acestora.

În condițiile unei fabricații în loturi variabile, este necesar ca sistemul de manipulare adoptat să fie flexibil, cu alte cuvinte să se poată adapta ușor schimbărilor care intervin în tehnologie sau în programul de producție. Această flexibilitate trebuie să manifeste sub mai multe aspecte și anume :

a) flexibilitatea traseului, adică posibilitatea schimbării acestuia fără dificultate ;

b) flexibilitatea intinerarului, respectiv posibilitatea de a se alege între mai multe intinerare posibile și de a se opri sau nu în unele porțiuni ;

c) flexibilitatea manevrării, respectiv lipsa unei legături rigide între operatorul care servește sistemul și mijlocul de manipulare.

Se abservă că mijloacele convenționale de manipulare nu îndeplinesc aceste condiții. Astfel, cunoscutele conveioare (aeriene sau pe sol) nu îndeplinesc condițiile **a** și **c**, adaptarea lor la condiția **b** fiind legată de mari complicații constructive.

Sistemele de manipulare cu modul autopropulsat ghidat prin fir reprezintă o soluție avantajoasă de realizare a manipulării automate flexibile, pentru sarcini utile mijlocii și mari. Folosite inițial pentru transporturi interne în linii de fabricație, ele s-au aplicat — în ultimii ani — la linii de montaj pentru automobile, întrevăzîndu-se o extindere largă în viitor.

Un astfel de sistem se compune din unul sau mai mule cărucioare autopropulsate acționate electric prin baterie de acumulatori, dirijate prin intermediul unui conductor electric monofilar așezat pe sol sau în pardoseală. Căruciorul se oprește automat la adresa programată odată cu comanda de pornire. Programarea adresei și comanda de pornire se face manual, fiind posibilă și o interconectare automată în sistem.

Căruciorul este prevăzut cu puncte de fixare a unei palete, servind la poziționarea și prinderea pieselor care trebuie manipulate sau asamblate. Odată oprit în post, cu ajutorul unor dispozitive potrivite (manipulatoare, dispozitive de prindere etc), situate pe modul sau pe locul de lucru, se execută operația tehnologică prevăzută, după care modulul este expediat la adresa următoare. Precizia de poziționare în post poate fi mărită printr-un sistem potrivit de indexare și — la nevoie — de blocare în post. În continuare, prezentăm cîteva aplicații :

Figura 1 reprezintă un modul de transport, avînd o paletă pe care se găsește un organ de asamblat. Modulul se găsește într-un post de montaj, dotat cu scule de montaj.

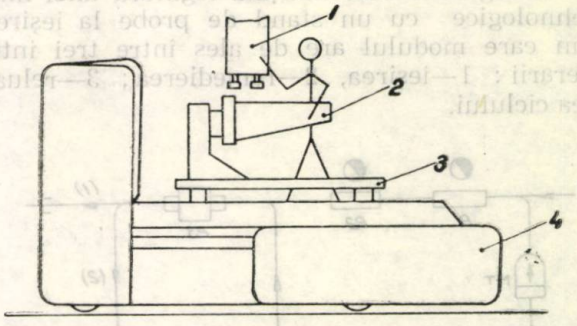


Fig. 1 Modul de transport echipat, într-un post de montaj.
1 — scule de montaj ; 2 — organul de asamblat ; 3 — paletă ; 4 — modul de transport.

În figura 2 se prezintă o linie de montaj în circuit închis, avînd în dotare posturi manuale, automate și de control. Prin intermediul căruciorului se face transportul pieselor în posturi, în fiecare post făcîndu-se o operație tehnologică corespunzătoare.

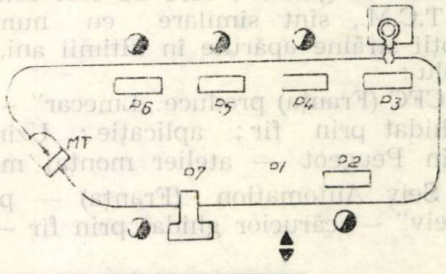


Fig. 2 Linie de montaj în circuit închis.
P_1 — post încărcare-descărcare ; P_2 — post de lucru manual; P_3 — post de lucru automat; P_4, P_5, P_6, P_7 — lucru manual ; P_7 — post de control ; M.T. — modul de transport.

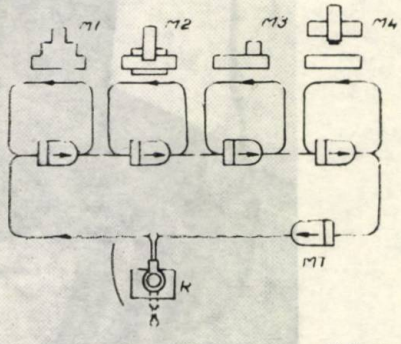


Fig. 3 Sistem de deservire cu semifabricate a mai multor mașini dintr-un punct central.
M — mașină-unealtă ; R — robot ; MT — modul de transport.

În figura 3 se prezintă un sistem de alimentare cu semifabricate a mai multor mașini, dintr-un punct central, alimentarea făcîndu-se cu un robot.

Funcție de tipul de prelucrare a semifabricatului, acesta se transferă numai la acele mașini, necesare prelucrării, din familia de mașini cu care este dotată linia.

În figura 4 este schițată legătura unei linii tehnologice cu un stand de probe la ieșirea din care modulul are de ales între trei intinerarii : 1—ieșirea, 2—remedierea ; 3—reluarea ciclului.

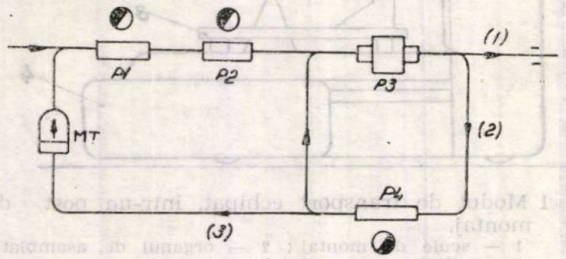


Fig. 4 Linie tehnologică cu trei intinerarii.
P_1, P_2 — post de lucru ; P_3 — stand de probe ; P_4 — post de remediere ; MT — modul de transport.

Sistemele cu module de transport autopropulsate teleghidate, care au fost concepute în I.C.T.C.M., sînt similare cu numeroase concepții străine apărute în ultimii ani, ca de exemplu :

— CFC (Franța) produce „Linecar" — cărucior ghidat prin fir ; aplicație : Uzina de Douvrin Peugeot — atelier montaj motor.

— Seiv Automation (Franța) — produce „Téléseiv" — cărucior ghidat prin fir — aplicații multiple : montaj, transport interoperații etc., de exemplu la „Renault Véhicules Industriels" fabricație de cutii de viteză.

— Murata Machinery Ltd. Japonia, produce „Murata Robo" Family Sistems, implementat în sisteme cu roboți.

De asemenea, sînt numeroase firme în industria automobilistică care au astfel de aplicații și anume :

— Volvo — montaj motor, montaj general;

— Renault — montaj motor, prelucrări, montaj, probe cutii de viteză, manipulări flexibile ;

— Peugeot — montaj motor, manipulări flexibile ;

— Fiat — feraj, montaj motor, montaj general.

În cadrul I.C.T.C.M. a fost realizat un model autopropulsat ghidat prin fir (fig. 5). Acesta este destinat manipulării de produse și piese într-o incintă închisă, fiind capabil să urmărească un traseu inițial stabilit, materializat printr-un cablu electric înglobat în sol. El se prezintă sub forma unui cărucior platformă, care înglobează atît elementele de propulsare și direcționare și alimentare, cît și cele ale sarcinii de transportat.

Propulsarea se realizează prin acționarea unei roți motoare de către un motor electric. Sursa de alimentare este formată dintr-un set de baterii de acumulatori auto, plasat sub platformă.

Sistemul de direcționare (ghidare), deplasează modulul pe traseul prestabilit, prin intermediul unui traductor capabil să detecteze cablul purtător de semnal. Informația este transmisă unui servomecanism de direcționare, care va păstra (pilota) modulul pe traseul

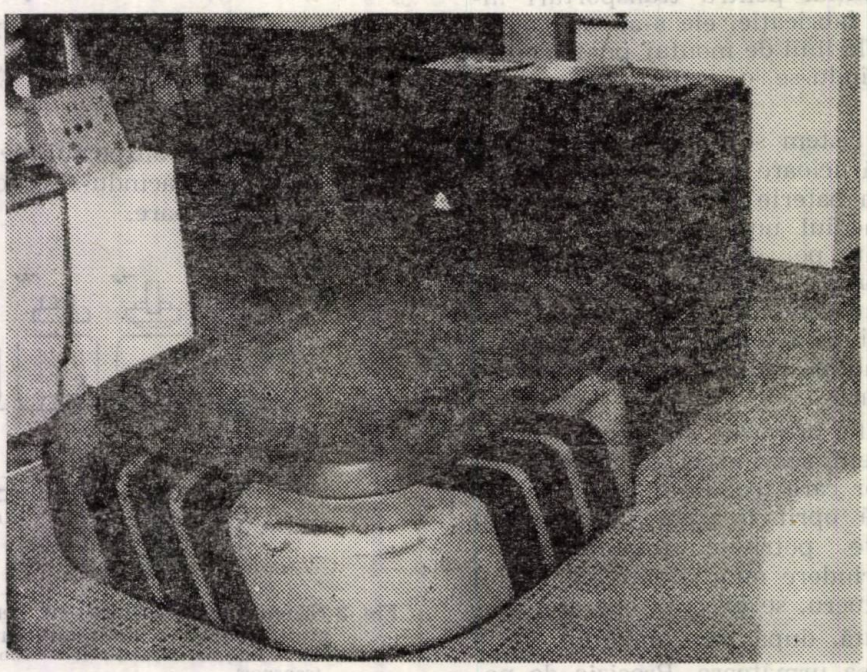


Fig. 5 Modul autopropulsat ghidat prin fir.

prescris. Zona de sensibilitate față de firul de ghidare este de ± 15 cm.

Modulul este echipat cu două posturi de comandă, care-i permit conducerea atît de pe partea lateral-dreapta, cît și de pe cea lateral-stînga.

Postul de comandă principal (stînga) are în componentă elemente de comandă : conectare, pornire, oprire, semnalizare și un set de comutatoare pentru alegerea postului dorit la oprire (pot fi selectate 6 posturi).

Prin apăsarea butonului „pornire cărucior" modulul va porni în direcția de mers și se va opri în postul ales, în mod automat, prin intermediul unui traductor de poziție, care sesizează postul (apăsată fiind una din tastele „alegere posturi").

Precizia de oprire este de ± 20 mm.

Securitatea personalului se realizează prin plasarea, în fața căruciorului, a unei bare anti-coliziune, pentru orice fel de obstacol. La orice atingere a unui obstacol se produce oprirea modulului. Repunerea în funcțiune se va face numai prin comandă manuală.

Sistemul de ghidare este format dintr-un traductor de deplasare care culege semnalul din firul de ghidaj (înglobat în sol), urmărind astfel traseul prestabilit și totodată furnizînd informații blocului de decizie și comandă a servomecanismului de direcționare (fig. 6).

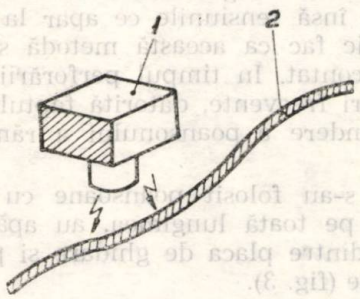


Fig. 6 Sistem de ghidare.
1 — traductor ; 2 — fir de ghidaj.

Traductorul măsoară deplasările față de axă, nivelul semnalului de ieșire fiind proporțional cu deplasarea.

Traductorul este format din două bobine identice, pe un miez în cruce. Tensiunile debitate sînt egale și de sens contrar și depind de unghiul φ (abaterea față de firul de ghidaj). Tensiunile sînt nule cînd traductorul este centrat pe fir.

Se constată că semnalul captat de traductorul inductiv diferențial are următoarea expresie.

$$U_{AB} = f(d)_{D=ct}$$

unde :

d = distanța dintre axa traductorului și perpendiculara la firul de ghidaj [mm] ;

D = distanța perpendiculară, dintre axa traductorului și firul de ghidaj [mm] ;

U_{AB} = tensiunea semnalului diferențial, măsurat la bornele traductorului [mV].

În figura 7 se arată modul de amplasare a traductorului inductor, față de fir.

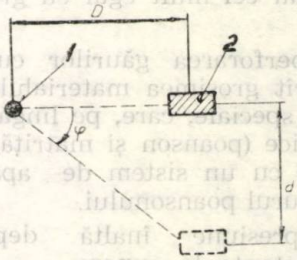


Fig. 7 Amplasarea traductorului față de firul de ghidaj.
1 — fir de ghidaj ; 2 — traductor.

Sistemul de ghidare al căruciorului are în componență și generatorul de semnal.

Generatorul de semnal se comportă ca un generator de curent constant : curentul nu variază cînd în apropierea traseului sînt obiecte de metal. Sursa de alimentare este proprie generatorului.

Menționăm că sistemul este nepoluant, silențios și confortabil, putînd ameliora condițiile de lucru și putînd fi integrat sau adaptat la orice sistem de automatizare existent (roboți, automate programabile) sau propus, putînd coopera și cu alte mijloace de manipulare existente sau în perspectivă.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Pițurescu, I., Coteț, G.* : Modulul de transport autoghidat. Studiu privind parametrii și modul de funcționare. Studiu și experimentări 1366/Td. 2.2 — 1981, I.C.T.C.M., București.

[2] *Baravache, T, Marinescu, F.* : Studiul privind modulul de transport autoghidat — Studiu 1366/Ad. 2.2, 1981 I.C.T.C.M., București.

[3] *Baravache, T., Pițurescu, I., Coteț, G., Marinescu, F.* : Modul de transport autoghidat — Definitivarea soluției tehnice și probe 1366/Ad. 2.6, 1981, I.C.T.C.M., București.

[4] *Pițurescu, I., Coteț, G., Marinescu, F.* : Procedeu și utilaj de transport autopropulsat — brevet de invenție nr. 79.840, I.C.T.C.M.

CZ : 621.983.32

Realizarea prin ștanțare a sitelor perforate pentru filtre

Ing. Aurel **ROȘCA**, ing. Alexandra **APOSTOLINA** — I.C.T.C.M. — București

Cerințele economiei naționale au impus studiul posibilităților de realizare a sitelor perforate pentru filtre utilizate în diferie ramuri industriale.

În practică, se consideră caz normal cînd diametrul minim al găurilor de perforat este mai mare, sau cel mult egal cu grosimea materialului.

Pentru perforarea găurilor cu diametrul mai mic decît grosimea materialului, se utilizează ștanțe speciale, care, pe lîngă elementele active specifice (poanson și matriță), sînt echipate în plus cu un sistem de apăsare suplimentară în jurul poansonului.

Această presiune înaltă depășește, de obicei, rezistența la rupere, se creează astfel o stare de tensiune în zona de tăiere care favorizează proprietățile plastice ale metalului.

Schema de lucru a unei astfel de scule este redată în figura 1.

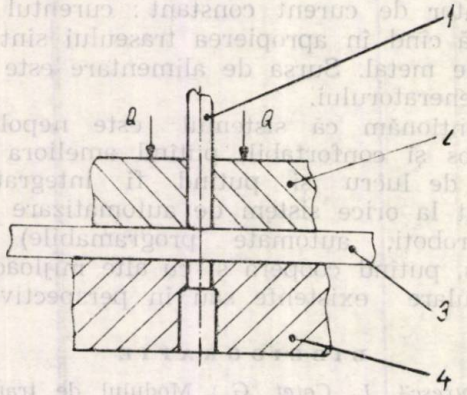


Fig. 1 Schemă de lucru.
1 — poanson ; 2 — placă de apăsare ; 3 — material de ștanțat ; 4 — placă de tăiere.

Pentru perforarea tablelor groase, de la 5 mm pînă la 20 mm, în institutul nostru există un sistem de perforare brevetat și aplicat în unele întreprinderi.

În cadrul unor lucrări efectuate recent, ne-am ocupat de două probleme noi, în legătură cu perforarea tablelor cu găuri cu diametre sub grosimea materialului și anume :

1 — perforarea tablelor din oțel inoxidabil, cu grosimi de maxim 4 mm., cu găuri cilindrice și conice ;

—2 — perforarea tablelor submilimetrice din alamă, cu găuri cilindrice și fante.

Problema principală a fost legată de găsirea unor soluții privind execuția poansoanelor.

Metoda utilizată în industrie, pentru perforarea găurilor mici este redată în figura 2 și anume : pentru mărirea rezistenței poansonului, acesta se execută cu un diametru mărit în zona de ghidare, fiind redus în zona de lucru, însă tensiunile ce apar la tratamentul termic fac ca această metodă să nu aibă efectul scontat. În timpul perforării s-au produs ruperi frecvente, datorită faptului că zona de pătrundere a poansonului a rămas neghidată.

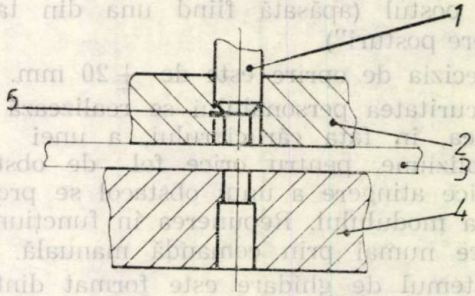


Fig. 2 Perforare cu poanson cu secțiune variabilă.
1 — poanson ; 2 — placă de apăsare ; 3 — material de ștanțat ; 4 — placă de tăiere ; 5 — zonă de rupere.

Cînd s-au folosit poansoane cu diametrul constant pe toată lungimea, au apărut ruperi în zona dintre placa de ghidare și placa port-poansoane (fig. 3).

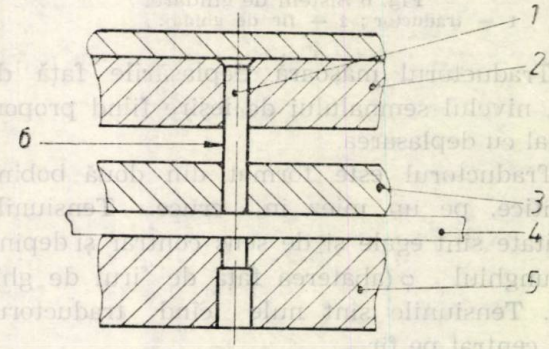


Fig. 3 Perforare cu poanson cu secțiune constantă.
1 — poanson ; 2 — placă port-poanson ; 3 — placă 3 — placă de ghidare ; 4 — material de ștanțat ; 5 — placă de tăiere; 6 — zonă de rupere.

Pentru eliminarea acestui neajuns, în urma multiplelor probe și încercări efectuate în laboratoarele I.C.T.C.M., s-a impus necesita-

tea ghidării continue a poansoanelor, fapt ce s-a realizat cu ajutorul unor bucşe telescopice (fig. 4).

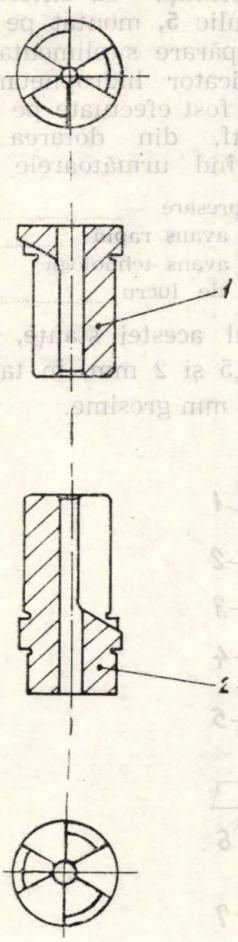


Fig. 4 Set bucşe de ghidare telescopice.
1 — bucşă de ghidare superioară ; 2 — bucşă de ghidare inferioară.

În figura 5 este reprezentată o secţiune printr-un ansamblu de două bucşe în stare montată, avînd poansonul în interior şi scula în poziţie închisă.

În cazul perforării fantelor, ghidarea continuă a poansoanelor a fost efectuată cu un set de pastile frezate (figura 7).

Ţinînd seama de dificultăţile inerente, în cazul poansoanelor cu diametrul foarte mic, bucşele telescopice s-au înlocuit cu ghidare prin ştifturi, aşa cum se poate vedea în figura 8.

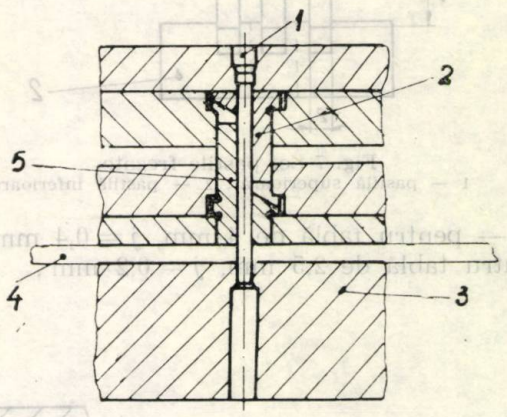


Fig. 4 Secţiune parţială printr-o ştanţă în poziţie de perforare.
1 — poanson ; 2 — bucşă de ghidare superioară ; 3 — placă de tăiere ; 4 — material de ştanţat ; 5 — bucşă de ghidare inferioară.

Acest ansamblu de ghidare, format din trei ştifturi cu diametrul de 2 mm, a fost utilizat în cursul probelor din laboratorul Institutului, la o ştanţă experimentală, cu care s-au efectuat găuri, avînd diametrul de 0,55 mm în tablă de alamă, cu grosimea de 0,6 mm. În continuare, după realizarea acestei ghidări continui a poansoanelor, s-a acţionat asupra formei poansoanelor.

S-au utilizat, în decursul numeroaselor probe efectuate, poansoane cu diametrul constant pe toată lungimea, folosind în acest oţel de scule de tip R_p şi C 120.

Tratamentul termic al poansoanelor a fost asigurat de I.C.P.T.S.C. şi a constat dintr-un

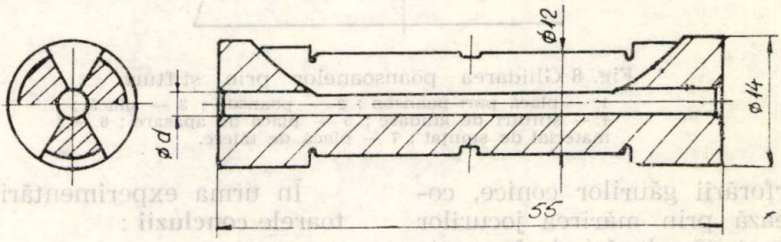


Fig. 6 Realizarea bucşelor de ghidare.

Procesul tehnologic de realizare a bucşelor telescopice este redat în figura 6 şi cuprinde : strunjire, frezare, tratament termic, rectificare şi separare.

Bucşele au fost confecţionate dintr-un oţel de cementare şi anume 18 Mo CN 10.

tratament termic obişnuit, iar în cazul poansoanelor din R_p s-a făcut şi un tratament termochimic.

Alegerea jocurilor între poanson şi matriţă a constituit, de asemenea, una din preocupările colectivului nostru de studiu.

În cazul perforării tablelor de oțel inoxidabil, au rezultat, în urma încercărilor, următoarele jocuri optime :

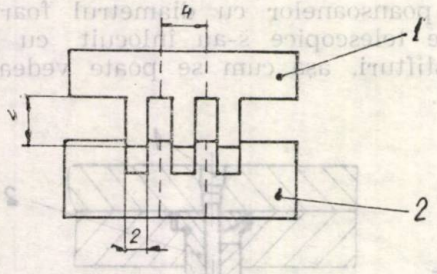


Fig. 7 Set pastile frezate.
1 — pastilă superioară ; 2 — pastilă inferioară.

— pentru tablă de 4 mm, $j = 0{,}4$ mm, iar pentru tablă de 2,5 mm, $j = 0{,}2$ mm ;

— în cazul perforării găurilor conice, conicitatea se realizează prin mărirea jocurilor între poanson și matriță, depășind, în toate cazurile, 0,5 mm.

În figura 9, se prezintă o ștanță utilizată la perforarea tablelor de oțel inoxidabil, care este alcătuită dintr-o placă de bază **12**, și o placă de cap **2**, ghidate pe două coloane **8**, prevăzute cu bucșe de ghidare **3**. Pe placa de bază este montată placa de tăiere **11**, încastrată într-un bandaj. Pe placa de cap este montat suportul port-poansoane **4**, în jurul căruia culisează un piston inelar **6**, care ghidează cu suprafața sa exterioară, într-un cilindru hidraulic **5**, montat pe placa de cap.

Forța de apărare suplimentară provine de la un amplificator hidropneumatic.

Probele au fost efectuate pe o presă hidraulică de 6 tf, din dotarea laboratorului I.C.T.C.M., avînd următoarele caracteristici :

— forța de presare ..... 6 tf ;
— viteza de avans rapid ..... 120 mm/sec ;
— viteza de avans tehnologic ..... 5...75 mm/sec;
— presiunea de lucru ..... 4 bar.

Cu ajutorul acestei ștanțe, s-au executat găuri de 3 ; 2,5 și 2 mm, în table din oțel inoxidabil de 4 mm grosime.

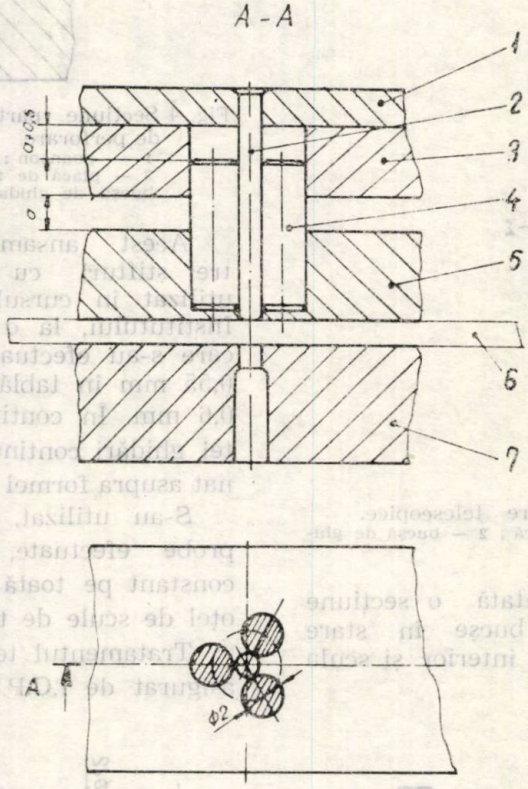


Fig. 8 Ghidarea poansoanelor prin știfturi.
1 — placă port-poanson ; 2 — poanson ; 3 — placă ; 4 — știfturi de ghidare ; 5 — placă de apăsare ; 6 — material de ștanțat ; 7 — placă de tăiere.

În urma experimentărilor, s-au tras următoarele **concluzii** :

— perforarea găurilor de 3 mm diametru în table de INOX, avînd grosimea de 4 mm și de 2,5 mm, în table cu grosimea de 2,5 mm, nu ridică probleme deosebite ;

— în cazul efectuării găurilor de 2 mm diametru în table de 4 mm grosime, procentul de deteriorare al poansoanelor prin rupere a crescut ;

— perforarea găurilor conice (conicitate 2/3), efectuate cu ajutorul unui poanson de diametru 2 mm și a unei plăci de tăiere avînd orificiul de

3 mm, în table groase de 4 mm, nu au decurs satisfăcător, dar s-a desfășurat în bune condițiuni în table de 2,5 mm grosime ;

combinatelor de hîrtie și celuloză, ceea ce reprezintă o contribuție valoroasă la dezvoltarea și diferențierea economiei noastre naționale.

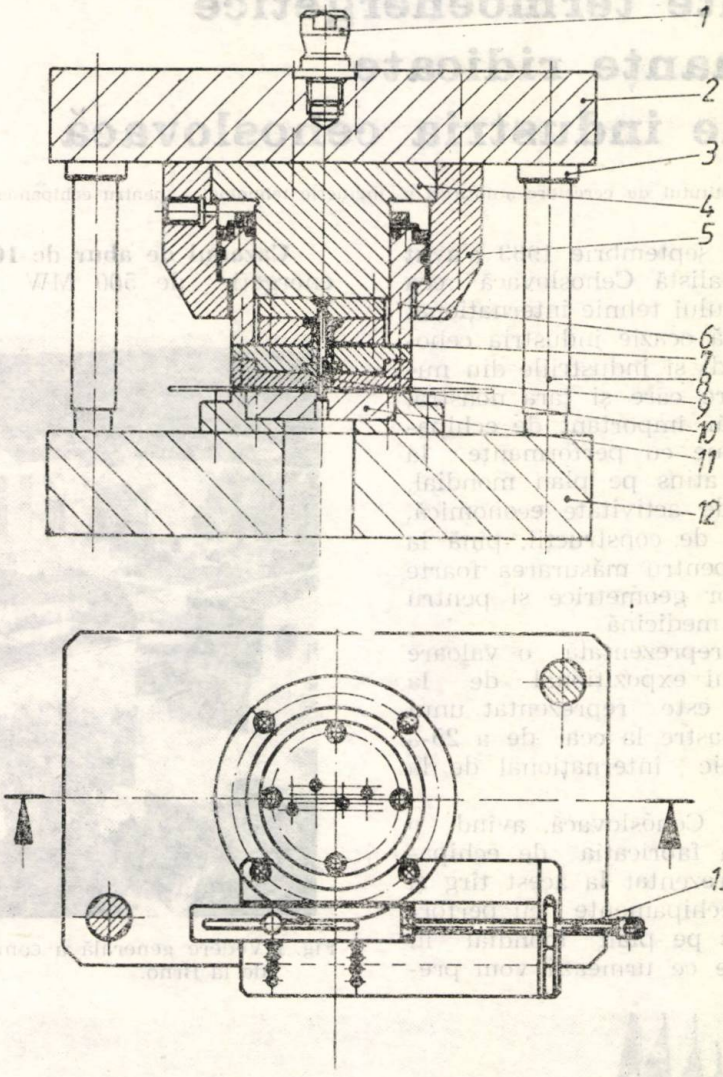


Fig. 9 Stanță pentru perforare site din oțel inoxidabil.

1 — cep de fixare ; 2 — placă de cap ; 3 — bucșă de ghidare ; 4 — suport port-poansoane ; 5 — cilindru hidraulic ; 6 — piston inelar ; 7 — bucșă ghidare superioară ; 8 — coloane de ghidare ; 9 — bucșă de ghidare inferioară ; 10 — poanson ; 11 — placă de tăiere ; 12 — placă de bază ; 13 — dispozitiv de avans tablă.

Totuși, în acest ultim caz, în partea inferioară a tablei au apărut bavuri. Pentru a se evita aceasta, s-a procedat la micșorarea dimetrului orificiului din placa de tăiere (la 2,75 mm și ciriar la 2,5 mm) ;

— în cazul perforării tablelor submilimetrice din alamă, a fost realizată în condiții optime perforarea fantelor cu lățimea de 0,35 × 4 mm, în table cu grosimea de 0,6 mm.

În urma rezultatelor favorabile obținute, s-a trecut la etapa introducerii în procesul de producție industrială a sitelor din diverse table perforate, destinate obținerii filtrelor utilizate în industria alimentară și în cadrul

BIBLIOGRAFIE

[1] *Zgură, Gh., Teodorescu, M.* : Tehnologia presării la rece. Editura Didactică și Pedagogică, 1980.

[2] *Dumitraș, C.* : Stanțe și matrițe din elemente modulate. Editura Tehnică, 1980.

[3] *Romanovski, V.P.* : Stanțarea și matrițarea la rece (traducere din l. rusă), Editura Tehnică, 1970.

[4] *Gliner, R.E.* : Analiz plasticeskih haracteristic tonkolistovici stali. In „Metallovedenie i termiceskaia obrabotka metallov", URSS, nr. 7/1982, pag. 33—35.

[5] *Hegazy, A. Helwan* : Werkstoffeinfluss auf die Grenzformänderungskurve. In „VDJ—Z", R.F.G., nr. 7, 1981, pag. 259—264.

CZ : 621.18:621.125:621.65/.69

Echipamente termoenergetice cu performanțe ridicate realizate de industria cehoslovacă

Ing. Mircea **CÂRDU** — Institutul de cercetare științifică și inginerie tehnologică pentru echipamente energetice, București

În perioada 14—21 septembrie 1983 a avut loc în Republica Socialistă Cehoslovacă cea de a 25-a ediție a Tîrgului tehnic internațional de la Brno. Cu această ocazie industria cehoslovacă (în primul rînd) și industriile din numeroase alte țări, între care și țara noastră, au prezentat un număr important de echipamente, mașini și utilaje cu performanțe la nivelul cel mai înalt atins pe plan mondial, din diverse domenii de activitate economică, de la utilaj minier și de construcții, pînă la aparatură electronică pentru măsurarea foarte precisă a dimensiunilor geometrice și pentru analize și diagnostic în medicină.

În figura 1 este reprezentată o valoare generală a complexului expozițional de la Brno, iar în figura 2 este reprezentat unul din standurile țării noastre la cea de a 25-a ediție a Tîrgului tehnic internațional de la Brno.

Industria din R.S. Cehoslovacă, avînd o tradiție recunoscută în fabricația de echipamente energetice, a prezentat la acest tîrg și o serie de astfel de echipamente cu performanțe la nivelul atins pe plan mondial în acest domeniu. În cele ce urmează vom prezenta cîteva din echipamentele termoenergetice care intră în această categorie.

Cazanul de abur de 1600 t/h pentru blocul energetic de 500 MW destinat centralelor termoelectrice clasice a fost realizat ca prototip pentru centrala termoelectrică (CTE) Mel-

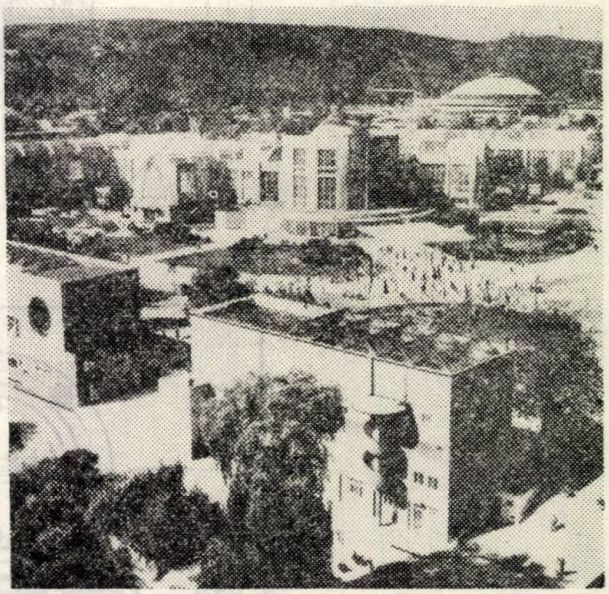


Fig. 1 Vedere generală a complexului expozițional de de la Brno.

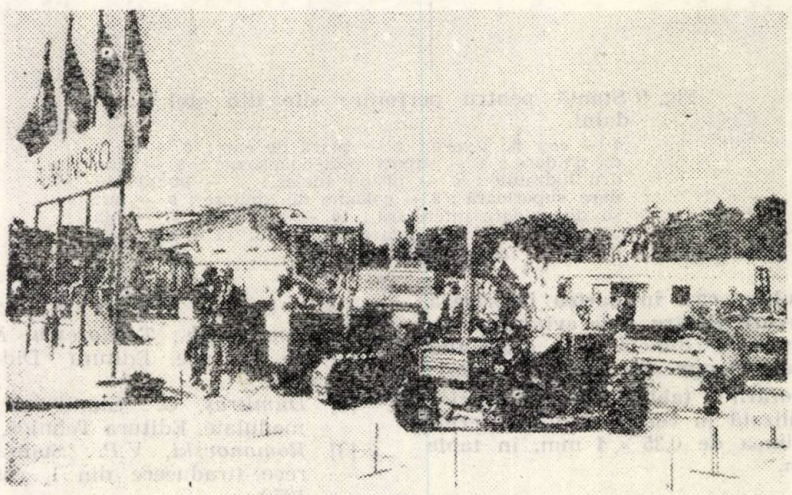


Fig. 2 Standul Întreprinderii de comerț exterior Universal — Tractor.

nic III din R.S. Cehoslovacă, de către o asociație de întreprinderi constructoare de cazane în frunte cu întreprinderea „Prvni Brnenska" din Brno și din care mai fac parte întreprinderile SES din Tlmace și „Vitkovice" din Ostrava.

Cazanul în construcție turn, cu circulație controlată, utilizează drept combustibil lignit cu putere calorifică de 10718+1256 kJ/kg (2560+300 kcal/kg). Celelalte caracteristici ale combustibilului sînt :

— umiditatea ..... 22—31% ;
— conținutul de cenușă (la masa uscată) ..... 38—49% ;
— conținutul de sulf (la masa uscată) ..... 1,5% ;

Cazanul instalat la CTE Melnic III utilizează lignit din bazinul carbonifer Komorany situat în Boemia de Nord.

Principalele caracteristici tehnice ale cazanului sînt următoarele :

— debitul (de abur) nominal .....1600 t/h ;
— debitul minim ..... 960 t/h ;
— presiunea nominală a aburului supraîncălzit 17,45 MPa (178 kg/cm^2) ;
— temperatura nominală a aburului supraîncălzit ..... 540°C ;
— debitul de abur la intrare în supraîncălzitorul intermediar ..... 1430 t/h ;
— presiunea la intrarea în supraîncălzitorul intermediar ..... 4,57 MPa (46 kg/cm^2 ;)
— temperatura aburului la intrare în supraîncălzitorul intermediar 351°C ;
— presiunea la ieșirea din supraîncălzitorul intermediar..... 4,275 MPa (43,6 kg/cm^2) ;
— temperatura aburului la ieșirea din supraîncălzitorul intermediar 540°C;
— randamentul (la sarcina nominală) 87%;

Camera de combustie a cazanului are secțiunea transversală de 17×20 m, iar înălțimea totală a cazanului este de 138 m.

Cazanul este echipat cu 10 mori de tip ventilator, cu capacitatea unitară de măcinare de 70 t/h, din care opt mori sînt în mod normal în funcțiune, iar două mori sînt în rezervă.

Pornirea cazanului, precum și stabilitatea arderii se asigură prin 20 de arzătoare funcționînd cu păcură.

Camera de combustie a cazanului este prevăzută cu un sistem de dilatare liberă, la temperatura de regim aceasta fiind de circa 500 mm ; punctul fix pentru dilatarea termică este situat la cota +65,0 m.

În construcția cazanului sînt folosiți pereți-membrană formați din țevi de 32×6 mm situate la un pas de 48 mm.

Preîncălzirea aerului necesar combustiei este asigurată de patru preîncălzitoare rotative de tip Ljungström.

Cazanul este echipat cu patru electrofiltre orizontale produse de întreprinderea ZVVZ din Milevsko. Valoarea garantată a conținu-

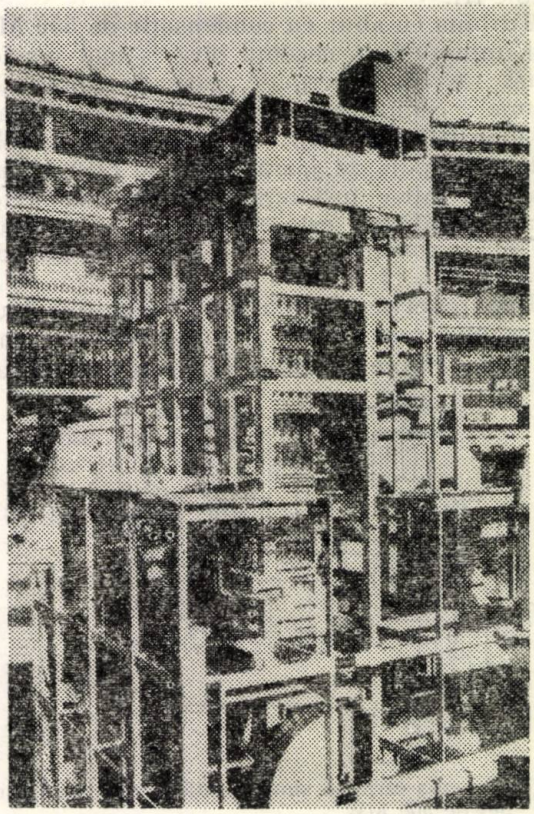


Fig. 3 Macheta cazanului de 1600 t/h.

tului de cenușă în gazele de ardere evacuate din electrofiltre este de 0,139 kg/s la sarcina nominală a cazanului.

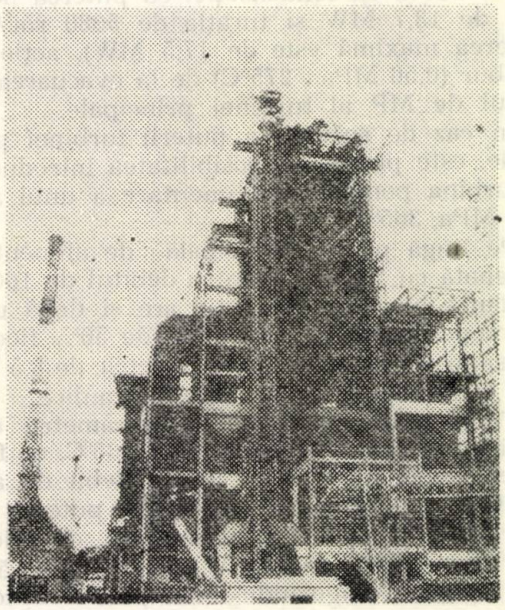


Fig. 4 Vedere generală a cazanului în timpul montajului.

În figura 3 este reprezentată macheta cazanului în vedere deasupra cotei +30,0 m, iar în figura 4 este reprezentată o vedere generală a cazanului în timpul montajului la CTE Melnic III.

Turbina cu abur cu condensație de 500 MW, care împreună cu cazanul descris mai sus formează un bloc energetic, este de tipul „cu acțiune", compusă dintr-un corp de înaltă presiune (IP), un corp de medie presiune (MP) și două corpuri de joasă presiune (JP), și este încadrată într-o instalație a cărei schemă termică simplificată este reprezentată în figura 5. Ea este construită la întreprinderea „Skoda" din Plzen.

După cum se observă din schema din figura 5, circuitul regenerativ al turbinei este format din șapte trepte de preîncălzire a apei de ali-

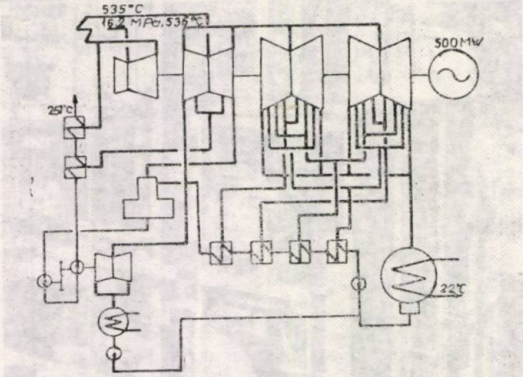


Fig. 5. Schema termică simplificată a instalației turbinei de 500 MW.

mentare și anume : patru trepte de preîncălzire de JP, un degazor și două trepte de preîncălzire de IP. Pompa de alimentare a cazanului pentru debitul de 100%, care este prevăzută și cu pompă de prealimentare, este antrenată de o turbină cu condensație, cu puterea nominală de 13,7 MW și turația de 5080 rot/min (puterea maximă este de 17,5 MW), acționată cu abur (0,56 MPa ; 275°C) de la evacuarea din corpul de MP al turbinei principale.

În caz de scădere a puterii turbinei principale, este prevăzută posibilitatea introducerii în turbina pompei de alimentare a unui abur de 2 MPa, 365°C.

Pe lîngă pompa principală de alimentare, antrenată cu turbină (pentru debitul de 100%), instalația blocului energetic are și două electropompe de rezervă, cu debit de 50% fiecare, antrenate de către un motor electric de 8,5 MW prin intermediul unor cuple hidraulice.

Turbina de 500 MW are parametrii aburului la admisie 16,2 MPa ; 535/535°C, ea fiind dimensionată astfel încît, la un debit de abur de 1600 t/h, să poată dezvolta puterea de 525 MW la bornele generatorului electric.

Temperatura nominală a apei de răcire este de 22°C, asigurîndu-se în primul condensator o presiune de 6,12 kPa, iar în cel de al doilea 7,5 kPa.

Temperatura apei de alimentare la ieșire din circuitul regenerativ este de 251°C, iar presiunea este de 24,5 MPa.

Aburul este adus de la cazan prin două conducte de 450×62 mm și este admis în turbină prin patru ventile combinate de închidere rapidă și reglare.

Corpul de IP al turbinei este organizat în dublu flux, cu admisia aburului la mijloc, destinderea lui, într-un sens, în patru trepte de presiune, pînă la 7,5 MPa și 425°C, după care în continuare, în sens opus, în alte trei trepte de presiune pînă la evacuarea înspre supraîncălzitorul intermediar din cazan și în continuare spre corpul de MP. Diafragmele corpului de IP sînt montate în două carcase interne, corespunzătoare celor două fluxuri ale aburului ; carcasele interne sînt fixate la rîndul lor în carcasa externă de IP.

Trecerea aburului, de la primul grup de patru trepte (care formează primul flux), înspre grupul celorlalte trei trepte (care formează cel de al doilea flux), se face prin spațiul dintre carcasa internă a primului flux și carcasa externă de IP.

Toate carcasele la corpul de IP cît și la celelalte corpuri ale turbinei au plan de aspirație orizontal.

Organizarea corpului de IP descrisă mai sus are următoarele avantaje :

— solicitări termice mai scăzute în zona admisiei aburului ;

— presiune mai scăzută a aburului la etanșarea terminală dinspre frontul turbinei ;

— împingere axială echilibrată pe rotorul de IP.

De la evacuarea din corpul de IP aburul este trecut prin supraîncălzitorul intermediar al cazanului și după aceea admis în corpul de MP.

Corpul de MP al turbinei, care dă o putere de 191 MW, este organizat simetric, în dublu flux, aburul fiind admis la mijloc și destinzîndu-se în două sensuri opuse, prin cîte opt trepte de presiune pe fiecare flux. Diafragmele sînt montate în trei carcase interne, din care una la mijloc în dublu flux, cu două rînduri de ajutaje de admisie (cîte unul pe fiecare flux) și 2×2 diafragme și două carcase simetrice înspre cele două evacuări din corpul de MP, cu cîte cinci diafragme fiecare.

În continuare, după evacuarea din corpul de MP (la presiunea de 0,56 MPa), aburul este admis în cele două corpuri de JP, prin două conducte orizontale situate deasupra acestor corpuri, așa cum se observă în figura 6, unde este reprezentată o vedere generală a turboagregatului în CTE Melnic III.

Cele două corpuri de JP sînt organizate în dublu flux, aburul destinzîndu-se în cîte șase trepte de presiune pe fiecare flux. Diafragmele sînt fixate în carcase interne, realizate în construcție turnat-sudată, care la rîndul lor

sînt montate în carcasele externe realizate în construcție sudată.

asemenea, forjat monobloc, din oțel aliat (Cr, Ni, Mo, W, V) și are lungimea de 5900 mm.

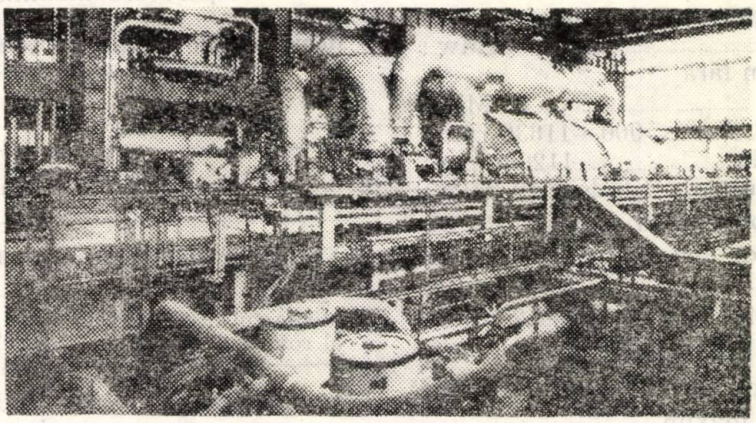


Fig. 6 Vedere generală a turboagregatului de 500 MW.

Rotorul de IP este în construcție monobloc din oțel aliat (Cr, Mo, V) și are în stare paletată o masă de 12,1 t. Rotorul de MP este, de

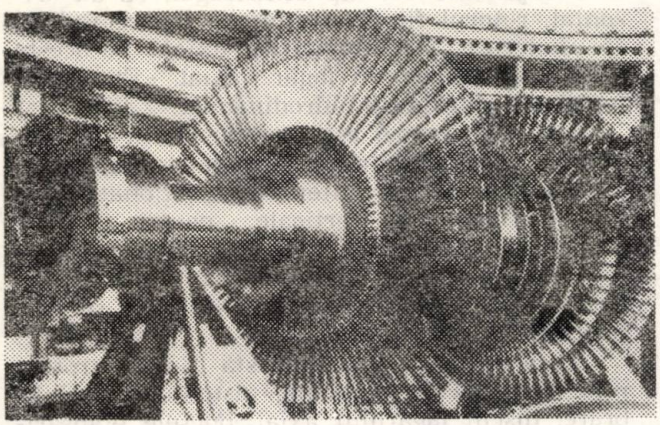


Fig. 7 Rotorul de JP al turbinei de 500 MW.

Rotoarele de JP (fig. 7) sînt construite cu discuri fretate pe arbore, au palete la ultimele trepte cu lungimea părții active de 840 mm și în stare paletată cu masele de 48,7 t și respectiv 45,7 t. Lagărele corpurilor de JP au diametrele de 500 mm.

Turbina este echipată cu un regulator electrohidraulic.

Condensatorul turbinei are o suprafață de răcire de 2×9300 m² și are 2300 de țevi de răcire cu diametrul de 22 mm și lungimea de 12 m.

Lungimea totală a turbinei propriu zise de 28,1 m, lungimea fundației întregului turboagregat fiind de 45 m, iar înălțimea acesteia de 13,2 m.

Turbina cu abur cu condensație și o priză reglabilă tip P 32/15—10/4,1 (fig. 8) este destinată antrenării compresoarelor de sinteză din insalațiile din industria chimică.

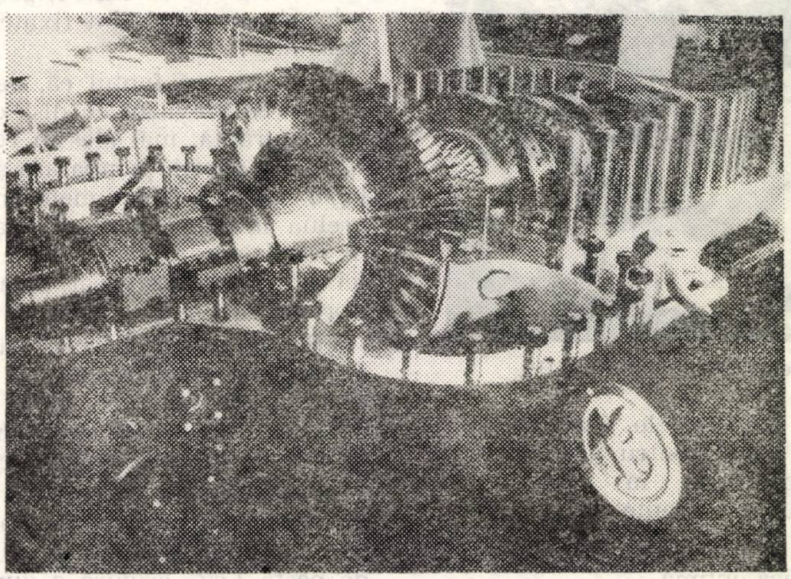


Fig. 8 Turbina cu abur P 32/15—10/4,1.

Turbina este realizată la întreprinderea „Prvni Brenska" din Brno și are următoarele caracteristici tehnice principale :

— puterea (în regim cu priză de abur) ..... 32Mw ;
— puterea în regim fără priză de abur ..... 15 MW ;
— turația ..... 900—11830 rpm ;
— turația nominală ..... 11268 rpm ;
— presiunea aburului la admisie 10 MPa ;
— temperatura aburului la admisie 482°C ;
— debitul maxim de abur la admisie ..... 380 t/h ;
— presiunea la priză ..... 3,7—4,2 MPa ;
— presiunea nominală la priză 4,1 MPa ;
— debitul de abur maxim la priză 340 t/h;
— debitul de abur maxim la evacuare ..... 80 t/h.

Turbina este prevăzută cu o instalație de condensație răcită cu aer, avînd temperatura între —55°C și +34°C. Ea este construită pentru a funcționa în mediu exploziv.

Parametrii tehnici ai turbinei (dintre care turația), echiparea cu instalație de condensație cu aer și construcția adecvată pentru funcționare în mediu exploziv situează și această turbină la nivelul realizărilor de vîrf pe plan mondial.

Pompa de alimentare 300 — KHS (fig. 9) este construită de întreprinderea „Sigma" din Lutin și poate fi utilizată pentru blocuri energetice cu puteri de 200—400 MW.

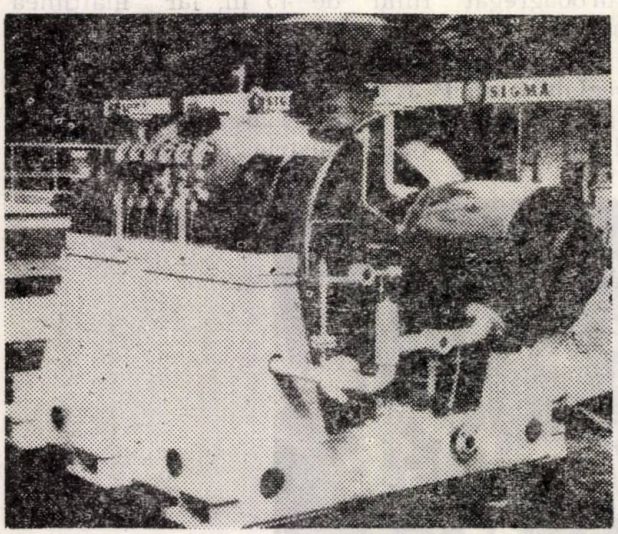


Fig. 9 Pompa de alimentare 300 —KHS.

Se dau mai jos principalele caracteristici tehnice ale pompei, care pentru același debit nominal poate fi construită în variante cu trei, patru, cinci sau șase trepte de presiune :

— debitul optim ..... 212 l/s ;
— energia specifică optimă pe o treaptă ..... 6150 J/kg ;
— turația ..... 4000—7800 rot/min ;
— turația nominală ..... 7000 rot/min ;
— temperatura maximă a apei .....180°C.

Momentele de inerție ale rotoarelor și masele pompei între cele patru variante constructive.

Tabelul 1

Varianta	I	II	III	IV
Nr. de trepte de presiune	3	4	5	6
Momentul de inerție al rotorului [Kgm²]	8,66	10,19	11,72	13,24
Masa pompei [t]	11,5	12,3	13,1	13,9

În tabelul 1 se dau momentele de inerție ale rotoarelor și masele pompei (inclusiv placa de bază) pentru cele patru variante constructive.

Pompa este de tip centrifugal, cu ax orizontal, rotorul fiind susținut pe lagăre radiale de alunecare, iar împingerea axială pe acesta fiind preluată de un lagăr axial. Etanșările terminale sînt de tip hidrodinamic.

Statorul pompei este compus dintr-o carcasă exterioară cilindrică, în care se montează grupul de carcase interioare secționate prin plane de separație verticale, pentru fiecare treaptă de presiune în parte și prin plan de separație orizontal. Asamblarea, prin strîngerea în sens axial a acestor secțiuni, se face prin intermediul unor tiranți.

Ansamblul rotorului constă din ax, rotoarele treptelor de presiune, pistonul de echilibrare, discul lagărului axial, bucșele etanșărilor terminale și elementele de asamblare ale acestora (inele de fixare, pene). Rotoarele treptelor de presiune sînt fixate pe ax prin fretare la cald.

Se remarcă faptul că, deși ansamblul rotorului este prevăzut cu disc de echilibrare, pentru siguranță, mai ales în regimuri de funcționare tranzitorii, pompa are și lagăr axial. Acest lagăr este astfel dimensionat încît să poată prelua întreaga împingere axială de pe rotor, în cazul în care sistemul de echilibrare a acestei împingeri (asigurat prin pistonul de echilibrare) nu funcționează.

Pompa este prevăzută cu un sistem propriu de ungere a lagărelor, sau este racordată la sistemul de ungere comun pompă-cuplaj hidraulic, atunci cînd antrenarea ei se face prin intermediul unui asemenea cuplaj.

Materialele din care sînt construite elementele componente ale pompei, în majoritatea cazurilor oțel aliat cu conținut de crom de peste 13%, asigură o durată de funcționare de minim 30000 ore.

SUMAR ANUAL PE PROBLEME

Autori	Temă	Pag.
	Echipamente termo-energetice	
	Echipamente clasice	
CÎRDU, M.:	**De la 3 MW la 700 MW. Scurt istoric al fabricației turbinelor cu abur în România**	1/ 1
NEAGA C.:	**Aprinderea particulei de șist bituminos în prezența gazelor de ardere ale combustibilului de aport**	8/ 1
HOBEANU, C.:	**Fundametarea fizică și construcția profilelor de palete**	13/ 1
HOBEANU, C.:	**Particularitățile turbomașinilor termice utilizate în valorificarea temperaturilor mici și mijlocii**	17/ 1
ANDREIAN, V.:	**Considerații privind tipizarea și unificarea turbinelor cu abur din gama de puteri 2,5—12 MW**	223/ 5
BEJAN, GH., OPRESCU, ȘT.:	**Turbina cu abur de 50 MW, 3600 rot/min, pentru centrale termoelectrice în sisteme energetice cu frecvența 50 Hz**	226/ 5
HOBEANU GH.:	**Determinarea potențialelor prizelor fixe ale turbinelor cu abur**	229/ 5
	Echipamente pentru surse noi	
IONAȘEK, TH., ZARA, P.:	**Aplicații ale termotehnicii solare în procese tehnologice**	187/ 5
PANĂ-IONESCU, A.:	**Randamentul mediu global pentru captatori și instalații solare în condiții de exploatare**	194/ 5
PANĂ-IONESCU, A.:	**Intercompararea performanțelor unor captatori solari plani**	196/ 5
FARA, V., GRIGORESCU, R.:	**Optimizarea pasului dintre țevi la colectorii solari plani cu apă**	202/ 5
FARA, V., GRIGORESCU, R., MACOVEI, N., CONSTANTINESCU, G.:	**Sistem automat de orientare a concentratorilor solari**	204/ 5
FARA, V., GRIGORESCU, R., GYFTOPOULOS, E., CHAIVANIS, A:	**Studiul tehnico-economic al unui concentrator solar cu geometrie compusă tip „V—W"**	209/ 5
GRIGORESCU, R., FARA, V., BASCOVEANU, V.:	**Metodă de calcul al energiei termice furnizate de un colector solar**	213/ 5
HOBEANU, GH.:	**Randamentele instalației de turbine la valorificarea temperaturilor coborîte**	215/ 5
NEAGA, C.:	**Mărirea stabilității arderii prafului de combustibil solid inferior cu conținut ridicat de umiditate, folosind schema cu buncăr intermediar, închisă**	219/ 5
	Echipamente hidro-energetice	
BERWANGER, E. A.:	**Calculul numeric al influenței efectului pelicular asupra parametrilor rotorului mașinilor asincrone cu înfășurare în colivie**	20/ 1
VOIA I.:	**Aplicarea rețelei plane de profile la studiul rotorilor radial-axiali ai mașinilor hidraulice**	25/ 1
KOLATI, I., BUTARU, I.:	**Calculul curgerilor axial-simetrice din mașinile hidraulice cu metoda elementelor finite**	30/ 1

GHEORGHIȚA, D. : **Probleme și soluții în concepția unui rotor de turbină hidraulică tip F 310** 37/ 1

KOLATI, I., VOIA, I., BUTARU, I. : **Mișcări potențiale prin rețele plane de profile, calculate cu metoda elementelor finite** 43/ 1

MARTON, NATALIA, VOIA, I., PARASCHIV, I. : **Studiul, solicitărilor în unele subansamble ale turbinelor hidraulice utilizînd metoda elementului finit** 47/ 1

Microhidroagregate

VOIA, I. : **Echipamente pentru amenajări hidroenergetice de mică putere. Probleme, soluții, perspective** 523/11

CSONTI, M., HOȚA, I. : **Gamă tipizată de microturbine hidraulice de tip EOS** 533/11

HERMAN, GH., MĂRZ., C., ROGOBETE, I., SCHWEIGER, G. : **Turbine Francis pentru microhidrocentrale. Tipodimensiuni, variante constructive și simbolizarea lor** 537/11

ONEA, D. : **Aspecte privind reglarea turbinelor și microturbinelor hidraulice** 541/11

PREITL, ȘT., ONEA, D., GRANDO, I. : **Modele matematice pentru regulatorul de viteză electrohidraulic destinat echipării turbinelor hidraulice și posibilități de identificare a acestuia în centrală** 549/11

NEDA, T., KLEIN, A., GRANDO, I. : **Microhidroagregate de largă utilizare (M.L.U.—0,250) echipament de reglare destinat funcționării automate în paralel și pe rețea izolată** 558/11

NEDA, T., GRANDO, I. : **Microhidroagregat cu jet înclinat și sistemul de reglare aferent** 565/11

ȘIȘAK, I. : **Transformatoare hidraulice pentru ridicarea apei în agricultură. Berbecul hidraulic** 571/11

ȘIȘAK, E. : **Studiul domeniului optim de acoperit cu microturbine de tip Banki. Studii de tipizare** 573/11

VOIA, I., NEDA, ,T., ȘIȘAK, E. : **Realizări și rezultate în construcția primelor microhidro-agregate de tip Banki** 577/11

Turbomașini

ZIDARU, GH. : **Pompe și ventilatoare axiale reversibile monoetajate** 584/11

ZIDARU, GH. : **Pompe axiale reversibile bietajate** 587/11

MOTOARE CU ARDERE INTERNĂ

Economia de combustibil și protecția mediului

DINU, N., SOARE, V., SOLOMON, G. : **Implicațiile utilizării combustibililor cu fracțiuni grele la motoarele cu aprindere prin comprimare** 53/2-3

APOSTOLESCU, N., GRUNWALD, B., BELEI, A., NEGURESCU, N., PANĂ, C., POPA, M. G., NEDELCU, D., GHEORGHIU, V., VLĂDĂREANU, V., NEACȘU, S. : **Cercetări privind adaptarea la funcționarea cu amestecuri metanol — motorină a unui motor diesel rapid** 56/2-3

SAVIUC, S. : **Cercetări experimentale privind corelația dintre durata deschiderii simultane a supapelor și economicitatea motorului cu aprindere prin scînteie, funcționînd la sarcini parțiale și turații reduse** 63/2-3

STOICA, N., ALBOTEANU, R., DINU, N., TODORESCU, L., DINCĂ, M., BĂLOIU, S. : **Cercetări vizînd îmbunătățirea geometriei unei camere turbionare** 68/2-3

BĂLOIU, S., GRUNWALD, B., DINU, N., LUȚĂ, L., TOTHEZAN, P. : **Preocupări privind corelația dintre motorul cu aprindere prin compresie, de putere medie, supraalimentat, și combustibilul diesel-marin.** 71/2-3

LUȚA, L., ALBEANU, ȘT. : **Aspecte ale poluării specifice motorului diesel, înalt supraalimentat** 76/2-3

Aspecte constructive

CRASOVSCHI, A., DINU-VERDEȚI, DOINA, DINU, N. : **Materiale dilatate pentru termostatele motoarelor** 78/2-3

LUȚĂ, I., STOENESCU, FL., ALBEANU, ȘT. : **Aspecte referitoare la execuția profilului camei.** 82/2-3

DINCĂ, M., IOANID, C. : **Pompă de injecție pentru motoare diesel rapide** 87/2-3

MANEA, A., JIANU C., OCHINCIUC, N., GHIONEA, I., MOISESCU, V., **Analiza influenței geometriei aerului pulverizatorului asupra desfășurării injecției și arderii la motorul cu antecameră, ∅165** 90/2-3

TURCOIU, T., BONCOI, J. : **Influența abaterilor de formă ale elementului de refulare asupra neuniformității debitării combustibilului** 94/2-3

Metode și mijloace de cercetare

JIANU, C., MOISESCU, V. : **Asupra unei instalații și a unei metode pentru analiza caracteristicilor jetului de combustibil injectat, în condiții de presiune similare celor din motor** 98/2-3

STOICESCU, A. P., ANDREESCU, CR., OPREAN, M. : **Aplicarea metodei multifactoriale pentru determinarea experimentală a consumului de combustibil la motoarele de autovehicule.** 107/2-3

OPREAN, M., ANDREESCU, CR., STOICESCU, A.P. : **Influențe asupra performanțelor energetice și economice ale motorului ce echipează autobuzele românești, la dotarea sa cu diferite pompe de injecție** 110/2-3

Utilaj minier

CONSTANTINESCU I. : **Vibrațiile transversale ale coloanelor de prăjini ale mașinilor de forat suitori** 345/7

CONSTANTINESCU I. : CONSTANTIN, D. : **Contribuții matematice privind produsele mașinilor de sfărîmare, ce funcționează în circuit deschis sau închis** 350/7

Tractoare și autovehicule

PETRESCU, N. : **Realizări și perspective în construcția de tractoare** 235/6

DRĂGHICI, I., BEJAN, C. : **Dezvoltarea metodelor de calcul probabilist al organelor de mașini** 236/6

GROVU, M., STANCIU, I., VĂTĂȘAN, AL. : **Calculul static și dinamic al cadrului purtător al unui săpător de canale prin metoda elementului finit** 241/6

BENCHE, V. : **Studiul variației randamentului transmisiilor hidrostatice de putere** 247/6

PETRESCU, I., DRĂGHICI, I., BEJAN, C., GĂLEȘANU, AL., POPESCU, B. : **Principii ale organizării cercetării de fiabilitate prin încercări simulative** 252/6

PETRESCU, N., GĂLEȘANU, L., CIOBANU, I. : **Corelația între încercările statice și dinamice** 255/6

STATE, I., TARȚA, M. : **Evaluarea, printr-un model matematic, a nivelului tehnic al motoarelor diesel destinate tractoarelor** 260/6

GOIA, I., VLASE, S., MIHĂLCICĂ, V., TOFAN, M., ULEA, M. : **Metodologie pentru calculul arborilor cotiți ai motoarelor cu ardere internă** 263/6

PETRESCU, N., GĂLEȘANU, AL., PAPADOPOL, GH., CIOBANU, I. : **Studii privind îmbunătățirea fiabilității motorului D 118** 267/6

GOIA, I., ULEA, M., VLASE, I. O. : **Influența rigidității capacelor lagărelor asupra reacțiunilor care apar în palierele arborilor cotiți ai motoarelor cu ardere internă** 271/6

TOHAN, M., ULEA, M., VLASE, S. : **Considerații privind schimbul de căldură gaz-perete în motoarele diesel cu procedeul HM** 272/6

OPREA, V., ROMANĂ, V., ILIESCU, A., LUNGU, I., REGMAN C., CUIBUȘ, V. : **Mașina pentru echilibrarea dinamică a arborilor cardanici, în două și trei planuri** 281/6

STOICESCU, A., DRĂGAN, V. : **Rezultat experimentale privitoare la consumul de combustibil al autobuzelor cu transmisie hidromecanică, la circulația în oraș** 284/6

OPREAN, M., STOENESCU, FL. : **Unele posibilități de micșorare a rezistenței aerului, în faza de proiectare** 287/6

ANTONESCU, P., OPREAN, M. : **Calculul cinematic al mecanismelor planetare cilindrice utilizate ca schimbătoare de viteză** 291/6

ISARIE, I., OPREAN, C., POPESCU, N. : **Cercetări privind vibrațiile și zgomotele care apar în amortizoarele autovehiculelor în condiții de exploatare** 295/6

Mașini agricole

CHELEMEN, I., GRECU, B., MIU, C. : **Considerații teoretice privind reducerea consumului de energie la combinele de recoltat furaje, prin folosirea de aparate combinate de tip tocător-aruncător, cu exemplificare pentru combina autopropulsată pentru furaje (C.A.F.)** 299/7

CHELEMEN, I., GRECU, B., MIU, C. : **Calculul parametrilor tocătorului-aruncător de la combinele de siloz folosind principiul ventilatorului transversal** 303/7

PĂUNESCU, I., PASCU, S. : **Studiul influenței lățimii de lucru asupra capacității de producție a plugurilor** 308/7

PĂUNESCU, I., PASCU, S. : **Mecanism de siguranță automat pentru trupițe cu cormană. Considerații asupra determinării funcțiilor de poziție, viteză și accelerație** 312/7

PĂUNESCU, I., PASCU, S. : **Algoritm de calcul pentru studiul pe calculator al stabilității plugurilor cu cormană** 319/7

ROȘCA, I., CHELEMEN, I. : **Asupra calculului consumului de energie la presarea furajelor cu ajutorul valțurilor cilindrice** 324/7

DINU, I. CIUCUREANU, A. : **Modernizarea mașinii M.A.C.-3 prin schimbarea mecanismului camerei de presare** 328/7

CHELEMEN, I., ROȘCA, I. : **Cu privire la echilibrarea la șoc a ciocanelor de măcinat furaje, executate la I.M.A.I.A. — Arad** 331/7

CĂSĂNDROIU T., ENESCU, N. : **Unele probleme privind elementele elastice ale sistemelor de separare-transport vibratoare utilizate la mașinile-agricole** 333/7

MUNTEANU, M. : **Dinamica mașinilor vibratoare de tip transportor și alimentator, cu generatori de vibrații electromagnetici** 339/7

Mecanizarea și automatizarea montajului

CRIȘAN, GABRIELA : **Activitatea I.C.T.C.M. privind mecanizarea și automatizarea montajului** 355/8

CRIȘAN, I. : **Sisteme de fabricație flexibile** 355/8

TOPAL, D. : **Aspecte privind montajul automatizat flexibil** 362/8

FLOREA, GH. : **Sisteme de transfer liniar** 368/8

ERMALIUC, V. : **Sisteme de transfer cu mișcare de rotație** 373/8

TOPAL, D. : **Sisteme de alimentare cu piese în procesul de montaj** 370/8

TOPAL, D. : **Sisteme modulare de mașini pentru montaj** 386/8

ERMALIUC, V. : **Echipamente de nituit prin rulare** 391/8

OLARIU, N. : **Elemente modulare pentru echipamente de înșurubare** 394/8

CRIȘAN, GABRIELA, MOLDOVEANU, M. : **Montajul mecanizat și automatizat în industria auto** 399/8

TOPOLOGEANU, M. : **Elemente pentru instalația de gresare dozată cu unsoare consistentă** 405/8

Sectoare calde

DRĂGAN, I., CANTA, I., NISTOR, L. : **Aplicarea extrudării combinate la realizarea unor componente pentru centralele nucleare electrice** 130/4

BUJOREANU, ȘT., STÎNGĂ, B., FUFEZAN, P. : **Forjarea prin roluire a semifabricatelor destinate forjării cu fibraj continuu a arborilor cotiți** 135/4

POPESCU, A. V., RATCU, P., **Particularități ale deformării la cald a aliajelor de aluminiu pentru industria aeronautică** 138/4

DUMITRIU, S. P., VĂRZAN, GH. : **Optimizarea procesului de forjare** 143/4

BĂLȚATU, M. : **Noi tehnologii de deformare plastică la cald** 147/4

GEORGESCU, GH., GOȘA, O. : **Tehnologie și procedeu de forjare a oțelului inoxidabil 9 Mo NC 265** 152/4

FLOREA, TR. : **Matrițarea fără bavură a pieselor la I.A. Brașov** 158/4

CALEAP, N. **Procedeu de forjare în turn pe prese cu trei posturi-A.M.P. 30** 161/4

MORAR, R., SOMEȘAN, C., DĂSCĂLESCU, L., ȘARAMET, C. C., **Proiectarea optimală, asistată de calculator, a acționărilor electrice pentru presele mecanice cu volant** 164/4

ȘARAMET, C. C., MOLDOVAN, V. : **Designul în proiectarea mașinilor de deformat plastic** 168/4

ORNESCU, D., ALMĂȘIANU, V. : **Calculul volumului instantaneu al fluidelor în rezervoarele cilindrice orizontale, cu funduri elipsoidale sau sferice** 175/4

BĂLȚATU, M. : **Considerații asupra soluțiilor de asamblare prin fretare a pistonului cu tija ciocanelor de forjă** 177/4

GRIBOVSCHI, D., MUREȘAN, E. : **Orientări privind asimilarea preselor mecanice de matrițare la cald** 180/4

COSNEANU, C., SIMIONESCU, G., MARCUSOHN, I., KATONA, N. : **Unele considerații privind consumul de energie din turnătorii** 409/9

DRĂGAN, I., CANTA, I., MIHEȚ, G. : **Cercetări privind bordurarea găurilor în tuburi cu pereți groși** 414/9

VASILOIU, ANETA, BOZOCEA, EUGENIA :	**Apariția unor tensiuni critice în stratul cementat datorită segregației chimice a oțelului**	417/9
MICLĂUȘ, GL., FULEA, I., COZMA, M. :	**Căi și soluții aplicate și generalizate de reducere a consumului de energie și combustibil în construcția de cuptoare de tratament termic**	422/9
CHIRIȚĂ, V., NICOLESCU, ILEANA, BOZOCEA, EUGENIA, DINCĂ, I., POPOVICI, C. :	**Cercetări privind proprietățile straturilor superficiale obținute prin călirea ultrarapidă a oțelurilor în flux de electroni cu plasmă**	426/9
OPROIU, MARIA : TĂRĂȘESCU, M. :	**Contribuții la dezvoltarea unor noi tehnologii și instalații de turnare de metale și aliaje greu fuzibile și puternic reactive**	432/9
DINESCU, L., ARTIMON, GH., PATRAS, V., CRISTEA, I., MARALOIU, I. :	**Fabricarea cămășilor de cilindru prin formare-turnare în cîmp magnetic**	437/9
CAZACU, LUCIA, DRUGĂ, L. :	**Creșterea durabilității sculelor din oțel rapid prin tratamentul termochimic de nitroferoxare**	441/9
GEORGESCU, AURELIA, DIACONU, I. :	**Aspecte economice la deformarea plastică la rece pe prese cu matriță oscilantă (forjare orbitală)**	441/9
PANTEA, V., IONESCU, D., TRĂISTARU, C., CHIRIACESCU, RALUCA :	**Aprecieri asupra condițiilor practice de utilizare a mediilor sintetice de călire**	448/9
PANTEA, V., BAICU, ȘTEFANIA, GHEBE, ELENA, MARINESCU, MARIA, ROMAN, LILIANA, DICU, C. :	**Procedeu de realizare a straturilor de difuzie pe suport de oțel cu aplicații la fabricarea cuzineților**	452/9
COHN, E., IONESCU, CORNELIA, SCURTU, IOANA, VASILIU-OPREA, CLEOPATRA, NICOLESCU, JANA, WEINER FELICIA, CONSTANTINESCU, AL. :	**Îmbunătățirea dezbaterii pieselor din aliaje de aluminiu**	455/9
POPA, N., TUDOSIE, M. :	**Considerații practice și teoretice privind influența diferiților parametri electrici la retopirea electrică sub zgură pentru rafinarea oțelurilor**	459/9
WANYOREK, C. :	**Creșterea rezistenței mecanice a cristalelor-consecință (în toate cazurile) a pretensionării elastice a rețelei matricei, datorate tensiunilor interne reactive, reziduale, generate prin ecruisare (dezechilibrarea) mecanică sau termică a matricei**	465/10
CAZACU, LUCIA, BOJIȚĂ, I. M., VASILIU, A., DIACONU, D., SEȘAN, LILIANA :	**Cu privire la unele aspecte tehnologice ale realizării discurilor tăietoare pentru mașinile de forat galerii orizontale**	470/10
DRUGĂ, L., EVGHENIDE, C., COTRUȚĂ, V :	**Carburarea la presiuni scăzute**	476/10
DINESCU, C. :	**Manipulatoare și roboți industriali pentru operațiile de forjare liberă**	480/10
MĂNESCU, I., GRIBOVSCHI, D. :	**Prese de ambutisat tip „PAS" cu scule autoformate**	483/10
COSTEA, GH. :	**Contribuții la realizarea prin turnare a anterotorului de la turbosuflanta motorului ALCO**	485/10

POPA, H., IOAN, EUGENIA, COSTEA, GH., CAZACU, LUCIA: **Obținerea, prin turnare, a sculelor așchietoare din oțel rapid** 487/10

ȘTEFAN, D.: **Proiectarea, asistată de calculator, a matrițelor de îndoire pentru piese de utilaj minier** 490/10

PETHÖ, L., NISTOR, L.: **Determinarea stării de deformație în secțiunea unei matrițe și în piesa matrițată, prin metoda elementului finit** 495/10

PETHÖ, L., NISTOR, L.: **Determinarea stării de tensiuni în secțiunea unei matrițe și în piesa matrițată prin metoda elementului finit** 502/10

PETHÖ, L., NISTOR, L.: **Aplicarea metodei elementului finit la trasarea traiectoriilor tensiunilor într-o matriță și în piesa matrițată. Distribuția tensiunilor pe cavitatea matriței** 509/10

DIMITRIU, S. P.: **Forjarea țaglelor direct din lingouri** 514/10

MECANICĂ FINĂ

Elemente și echipamente de mecanică fină

DEMIAN, T., TUDOR, D., NIȚĂ, A. M., STOIAN, M.: **Realizarea unui nou tip de automat de dozare** 593/12

PERJU, D.: **Cu privire la calculul compensatorului energetic mecanic al unui contor electric cu indicator de putere maximă** 598/12

DEMIAN, T., GRECU, E., KOSTRAKIEVICI, S.: **Perforator de bandă standard de mică viteză** 602/12

DEMIAN, T., LAMBRACHE, N.: **Asupra capacității de încărcare și a momentului de frecare în lagărele autoportante cu suprafețe sferice lubrificate cu ferofluide** 607/12

ALEXANDRESCU, N.: **Distribuitor proporțional cu comandă numerică** 613/12

DEMIAN, T., STOICA, GH.: **Unele probleme privind echilibrarea arborelui mașinii de măsurat în trei coordonate** 620/12

CIOCÎRLEA-VASILESCU, A.: **Asupra metodelor de măsurare a debitmetrelor destinate măsurării debitelor de lichide** 622/12

ȘERBAN, ȘT.: **Cîteva soluții constructive de traductori de vibrații cu masă seismică** 633/12

Roboți industriali

KOVÁCS, FR.: **Cu privire la precizia de poziționare a dispozitivelor de ghidare ale roboților industriali** 635/12

ALEXANDRESCU, N.: **Cinematica unităților pneumatice de acționare a roboților industriali** 640/12

MESAROȘ, A. V., KOVÁCS, FR.: **Dispozitiv de prehensiune cu centrare completă** 646/12

Noutăți din țările socialiste

CRIȘAN, I.: **Fabricația de componente pentru instalații tehnologice în Republica Democrată Germană** 591/11

Recenzii

CONSTANTINESCU, D. T.: **Personalități românești ale științelor naturii și tehnicii. Dicționar.** 184/4

STANCIU, I.: **Drăghici, I, ș. a. — Îndrumar de proiectare în construcția de mașini, Vol. II, Ed. Tehnică, București, 1982** 297/6

IORDACHE, GH., **Dr. ing. Bratu, P. P.: Izolarea și amortizarea vibrațiilor la utilaje de construcție** 353/7

VASILIU, A.: **Samoilă, C., Drugă, L., Stan I. — CUPTOARE ȘI INSTALAȚII DE ÎNCĂLZIRE. Ed. Didactică și Pedagogică, 1983, 421 pag., 404 fig., 81 tab., 10 anexe, 64 ref. bibl., 37 lei** 520/10

OLTEANU, I., RENERT, M.: **Prof. dr. ing. Pavel, Alexandru — MANDRINAREA MECANICĂ, Ed. Tehnică, București, 1982, 331 pag., 169 ref. bibl., anexe, 25 lei** 590/11

Manifestări tehnico-științifice

VASILIU, A.: **A VI-a consfătuire națională de deformări plastice la cald** 129/4

OPRESCU, TEODOSIA: **Târgul internațional „EMO 183"** 233/5

OPRESCU, TEODOSIA: **A X-a Consfătuire tehnico-științifică privind tipizarea în construcția de mașini** 521/10

Oamenii de știință și pacea

VOIA, I.: **Viitorul energetic al țării este condiționat de legătura dintre știință, tehnologie și pace** 52/1

IANCU, ȘT.: **Știință-progres, dezarmare-pace** 127/2-3

x x x: **Știința — o șansă a păcii** 12

Sumar anual pe probleme 115/2-3

Indice alfabetic pe autori 124/2-3

INDICE ALFABETIC PE AUTORI

A

ALBEANU, ȘT.: nr. 2—3, p. 76, p. 82
ALBOTEANU, R.: nr. 2—3, p. 68
ALEXANDRESCU, N. nr. 12, p. 613, p. 640
ALMĂȘIANU, V.: nr. 4, p. 175
ANDREESCU, C.: nr. 2—3, p. 107, p. 110
ANDREIAN, V.: nr. 5, p. 223
ANTONESCU, P.: nr. 6, p. 291
APOSTOLESCU, N.: nr. 2—3, p. 56
ARTIMON, GH.: nr. 9, p. 437

B

BAICU, ȘTEFANIA: nr. 9, p. 452
BASCOVEANU, V.: nr. 5, p. 213
BĂLOIU, S.: nr. 2—3, p. 68, p. 71
BĂLȚATU, M.: nr. 4, p. 147, p. 177
BELEI, A.: nr. 2—3, p. 56
BEJAN, C.: nr. 6, p. 236, p. 252
BEJAN, GH.: nr. 5, p. 226
BENCHE, LIDIA: nr. 6, p. 247
BENCHE, V.: nr. 6, p. 247
BERWANGER, E. A.: nr. 1, p. 20
BOJIȚĂ, I. M.: nr. 10, p. 470
BONCOI, J.: nr. 2—3, p. 94
BOZOCEA, EUGENIA: nr. 9, p. 417, p. 426
BUJOREANU, ȘT.: nr. 4, p. 135
BUTARU, I.: nr. 1, p. 30, p. 43

C

CALEAP, N.: nr. 4, p. 161
CANTA, I.: nr. 4, p. 130, nr. 9, p. 414
CAZACU, LUCIA: nr. 9, p. 441, nr. 10, p. 470, p. 487
CĂSĂNDROIU, T.: nr. 7, p. 333
CHAIVANIS, A.: nr. 5, p. 209
CHELEMEN, I.: nr. 7, p. 299, p. 303, p. 324, p. 331
CSONTI, M.: nr. 11, p. 533
CHIRIȚĂ, V.: nr. 9, p. 426
CHIRIACESCU, RALUCA: nr. 9, p. 448
CIOBANU, I.: nr. 6, p. 255, p. 267
CIOCÎRLEA VASILESCU, A.: nr. 12, p. 623
CÎRDU, M.: nr. 1, p. 1
COHN, E.: nr. 9, p. 455
CONSTANTINESCU, D.: nr. 7, p. 350
CONSTANTINESCU, AL.: nr. 9, p. 455
CONSTANTINESCU, D. T.: nr. 4, p. 184
CONSTANTINESCU, G.: nr. 5, p. 204
CONSTANTINESCU, I.: nr. 7, p. 345, p. 350
COTRUȚĂ, V.: nr. 10, p. 476
COSTEA, GH.: nr. 10, p. 485, p. 487
COZMA, M.: nr. 9, p. 422
CRAVOSCHI, A.: nr. 2—3, p. 78
CRIȘAN, GABRIELA: nr. 8, p. 355
CRIȘAN, I.: nr. 8, p. 355, p. 399, nr. 11, p. 591
CRISTEA, I.: nr. 9, p. 437
CUIBUȘ, V.: nr. 6, p. 281
CUCIUREANU, A.: nr. 7, p. 328

D

DĂSCĂLESCU, L.: nr. 4, p. 164, nr. 10, p. 514
DEMIAN, T.: nr. 12, p. 593, p. 602, p. 607, p. 620
DIACONU, D.: nr. 10, p. 470
DIACONU, I.: nr. 9, p. 444
DICU, C.: nr. 9, p. 452

OROSZLÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONTI KÖNYVTÁR 1983

DIMITRIU, S. P. : nr. 4, p. 143
DINCĂ, I. : nr. 9, p. 426
DINCĂ, M. : nr. 2—3, p. 68, p. 87
DINESCU, C. : nr. 10, p. 480
DINESCU, L. : nr. 9, p. 437
DINU, I. : nr. 7, p. 328
DINU-VERDEȚI, DOINA : nr. 23, p. 78
DINU, N. : nr. 2—3, p. 53, p. 68, p. 71, p. 78
DRĂGAN, I. : nr. 4, p. 130, nr. 9, p. 414
DRĂGAN, V. : nr. 6, p. 284
DRĂGHICI, I. : nr. 6, p. 236, p. 252
DRUGĂ, L. : nr. 9, p. 441, nr. 10, p. 476

E

ENESCU, N. : nr. 7, p. 333
ERMALIUC, V. : nr. 8, p. 373, p. 391

F

FARA, V. : nr. 5, p. 202, p. 204, p. 209, p. 213
FLOREA, GH. : nr. 8, p. 368
FLOREA, TR. : nr. 4, p. 158
FUFEZAN, P. : nr. 4, p. 135
FULEA, I. : nr. 9, p. 422

GALEȘANU, AL. : nr. 6, p. 252, p. 255, p. 267
GOȘA, O. : nr. 4, p. 152
GHEBE, ELENA : nr. 9, p. 452
GHEORGHIȚĂ, D. : nr. 1, p. 37
GHEORGHIU, V. : nr. 2—3, p. 56
GHIONEA, I. : nr. 2—3, p. 90
GOIA, I. : nr. 6, p. 263, p. 271
GRIBOVSCHI, D. : nr. 4, p. 180
GRECU, B. : nr. 7, p. 299, p. 303
GEORGESCU, GH. : nr. 4, p. 152
GEORGESCU, AURELIA : nr. 9, p. 444
GRECU, E. : nr. 12, p. 602
GRANDO, I. : nr. 11, p. 549, p. 558, p. 565
GRIGORESCU, R. : nr. 5, p. 202, p. 204, p. 209, p. 213
GROVU, M. : nr. 6, p. 241
GRÜNWALD, B. : nr. 2—3, p. 56, p. 71
GYFTOPOULOS, E. : nr. 5, p. 209

H

HERBAN, GH. : nr. 11, p. 537
HOBEANU, C. : nr. 1, p. 13, p. 17
HOBEANU, GH. : nr. 5, p. 215, p. 229
HOȚA, I. : nr. 11, p. 533

I

IANCU, ȘT. : nr. 2—3, p. 127
ILIESCU, A. : nr. 6, p. 281
IOAN, EUGENIA : nr. 10, p. 487
IOANID, C. : nr. 2—3, p. 87
IONAȘEK, TH. : nr. 5, p. 187
IONESCU, D. : nr. 9, p. 448
IONESCU, CORNELIA : nr. 9, p. 455
IORDACHE, GH. : nr. 7, p. 353
ISARIE, I. : nr. 6, p. 295

J

JIANU, C. : nr. 2—3, p. 90, p. 98

K

KATONA, N. : nr. 9, p. 404
KLEIN, A. : nr. 11, p. 558
KOLATI, I. : nr. 1, p. 30, p. 43
KOSTRAKIEVICI, S. : nr. 12, p. 602
KOVÁCS, FR. : nr. 12, p. 635, p. 646

L

LAMBRACHE, N. : nr. 12, p. 607
LUNGU, I. : p. 6, p. 281
LUȚĂ, L. : nr. 2—3, p. 71, p. 76, p. 82

M

MACOVEI, N. : nr. 5, p. 204
MANEA, A. : nr. 2—3, p. 90
MARALOIU, I. : nr. 9, p. 437
MARCUSOHN, I. : nr. 9, p. 409
MARINESCU, MARIA : nr. 9, p. 452
MARTON, NATALIA : nr. 1, p. 47
MARZ, C. : nr. 11, p. 537
MESAROȘ, A. V. : nr. 12, p. 646
MICLAUȘ, GL. : nr. 9, p. 422
MIHALCICĂ, V. : nr. 6, p. 263
MIHEȚ, G. : nr. 9, p. 414
MIU, C. : nr. 7, p. 299, p. 303
MOISESCU, V. : nr. 2—3, p. 90, p. 98
MOLDOVAN, V. : nr. 4, p. 168
MOLDOVEANU, M. : nr. 8, p. 399
MORAR, R. : nr. 4, p. 164
MUNTEANU, M. : nr. 7, p. 339
MUREȘAN, E. : nr. 4, p. 180

N

NEACȘU, S. : nr. 2—3, p. 56
NEAGA, C. : nr. 1, p. 8, nr. 5, p. 219
NEDA, T. : nr. 11, p. 558, p. 565, p. 577
NEDELCU, D. : nr. 2—3, p. 56
NEGURESCU, N. : nr. 2—3, p. 56
NICOLESCU, ILEANA : nr. 4, p. 426
NICOLESCU, JANA : nr. 9, p. 455
NISTOR, L. : nr. 4, p. 130, nr. 10, p. 495, p. 502,
NIȚĂ, A. M. : nr. 12, p. 593

O

OCHINCIUC, N. : nr. 2—3, p. 107 , p. 110, nr. 6, p. 291
OLORIU, N. : nr. 8, p. 394
OLTEANU, I. : nr. 11, p. 590
ONEA, D. : nr. 11, p. 541, p. 549
OPREA, V. : nr. 6, p. 281, p. 287
OPREAN, C. : nr. 6, p. 295
OPRESCU, ȘT. : nr. 5, p. 226
OPRESCU, TEODOSIA : nr. 5, p. 233, nr. 10, p. 521
OPROIU, MARIA : nr. 9, p. 432
ORNESCU, D. : nr. 4, p. 175

P

PANĂ, C. : nr. 2—3, p. 56
PANĂ-IONESCU, A. : nr. 5, p. 194, p. 196
PANTEA, V. : nr. 9, p. 448, p. 452
PAPADOPOL, GH. : nr. 6, p. 267
PARASCHIV, I. : nr. 1, p. 47
PASCU, S. : nr. 7, p. 308, p. 312, p. 319
PATRAȘ, V. : nr. 9, p. 437
PĂUNESCU, I. : nr. 7, p. 308, p. 312, p. 319
PERJU, D. : nr. 12, p. 598
PETHŐ, L. : nr. 10, p. 495, p. 502, p. 509
PETRESCU, N. : nr. 6, p. 235, p. 252, 255 p. 267
POMANĂ, V. : nr. 6, p. 281
POPA, M. G. : nr. 2—3, p. 56
POPA, N. : nr. 9, p. 459
POPESCU, A. V. : nr. 4, p. 138
POPESCU, B. : nr. 6, p. 252
POPESCU, N. : nr. 6, p. 295
POPOVICI, C. : nr. 9, p. 426
PREITL, ȘT. : nr. 11, p. 549

R

RATCU, P. : nr. 4, p. 138
REGMAN, C. : nr. 6, p. 281
RENERT, M. : nr. 11, p. 590
ROGOBETE, I. : nr. 11, p. 537
ROȘCA, I. : nr. 7, p. 324, p. 331
ROMAN, LILIANA : nr. 9, p. 452

S

SAVIUC, S. : nr. 2, p. 63
SCHWEIGER, G. : nr. 11, p. 537
SCURTU, IOANA : nr. 9, p. 455
SESAN, LILIANA : nr. 10, p. 470
SIMIONESCU, G. : nr. 9, p. 409
SOARE, V. : nr. 2—3, p. 53
SOLOMON, G. : nr. 2—3, p. 53
SOMEȘAN, C. : nr. 4, p. 164
STANCIU, I. : nr. 6, p. 241, p. 297
STATE, I. : nr. 6, p. 260
STÎNGĂ, B. : nr. 4, p. 135

STOIAN, GH. : nr. 12, p. 593
STOICA, N. : nr. 2, p. 68
STOICA, GH. : nr. 12, p. 620
STOICESCU, A. P. : nr. 2—3, p. 107, p. 110
STOICESCU, A. : nr. 6, p. 284
STOENESCU, FL. : nr. 2—3, p. 82, nr. 6, p. 287

Ș

ȘARAMET, C. C. : nr. 4, p. 164, p. 168
ȘERBAN, ȘT. : nr. 12, p. 633
ȘIȘAK, E. : nr. 11, p. 571, p. 573, p. 577
ȘTEFAN, D. : nr. 10, p. 490

T

TARȚA, M. : nr. 6, p. 260
TEODORESCU, L. : nr. 2—3, p. 68
TOFAN, M. : nr. 6, p. 263, p. 272
TOPAL, D. : nr. 8, p. 362, p. 379, p. 386
TOPOLOGEANU, M. : nr 8, p. 405
TOTHEZAN, P. : nr. 2—3, p. 71
TRĂISTARU, C. : nr. 9, p. 448
TUDOR, D. : nr. 12, p. 593
TUDOSIE, M. : nr. 9, p. 459
TURCOIU, T. : nr. 2—3, p. 94
TARAȘESCU, M. : nr. 9, p. 432

U

ULEA, M. : nr. 6, p. 263, p. 271, p. 272

V

VASILIU, A. : nr. 4, p. 129, nr. 10, p. 470, p. 520
VASILIU-OPREA, CLEOPATRA : nr. 9, p. 455
VASILIU, ANETA : nr. 9, p. 417
VÂRZAN, GH. : nr. 4, p. 143
VĂTĂȘAN, AL. : nr. 6, p. 241
VLAȘE, I. O. : nr. 6, p. 271
VLASE, S. : nr. 6, p. 263, p. 272
VLĂDĂREANU, V. : nr. 2—3, p. 56
VOIA, I. : nr. 1, p. 25, p. 43, p. 47, nr. 11, p. 577

Z

ZARA, P. : nr. 5, 187
ZIDARU, GH. : nr. 11, p. 584, p. 587

W

WEINER, FELICIA : nr. 9, p. 455
WANYOREK, C. : nr. 10, p. 465

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1963

Condiții de prezentare a manuscriselor pentru revista „Construcția de mașini"

1. **Textul** unui articol împreună cu desenele să nu depășească 15 pag. convenționale, de 2000 semne.

2. **Dactilografierea** se execută la 2 rînduri în pag. de 2000 semne, pe hîrtie albă, pe o singură față a filei. Pagina va avea o margine albă de 3 cm lățime în stînga. Formulele se scriu foarte clar, cu semnele matematice și literele conform STAS, suficient de mari, cu tuș.

3. **Desenele** se execută în tuș pe calc, la dimensiuni între formatele A6 și A4. Dacă sînt figuri-foto, acestea nu trebuie să depășească formatul A4 și să fie foarte clare, cu efectele de contrast foarte pronunțate.

4. **Toate figurile și tabelele** care însoțesc articolul trebuie menționate în text. Figurile trebuie să aibe titluri și legende și să fie însoțite de un borderou de figuri dactilografiat pe o pagină separată de textul articolului. Nu se va scrie pe nici o figură titlul și legenda; legătura se face prin numărul lor conform borderoului separat într-un plic adecvat prezentate. În tipografie diferitele elemente ale materialului (text, borderou de figuri, bibliografii, tabele) se prelucrează în secții diferite, de aceea ele trebuie prezentate pe foi separate.

5. **Tabelele** trebuie dactilografiate pe foi separate de text (în text li se va indica doar locul ca și pentru figuri), deoarece au alt regim tipografic.

6. **Bibliografia** trebuie dactilografiată tot pe o pagină separată de text și prezentată conform STAS nr. 6158-60 și anume : **Cărți:** numele autorului, inițiala prenumelui autorului, titlul cărții (dacă este o lucrare străină se va da titlul în original, eventual traducerea în lb. română), numărul ediției în cifre arabe, numărul volumului în cifre romane, locul publicării, pagina la care se trimite sau prima și ultima pagină a fragmentului. **Periodice :** numele autorului, inițiala prenumelui autorului, titlul articolului (dacă este o lucrare străină se va da titlul în original, eventual cu traducerea în lb. română), titlul periodicului precedat de cuvîntul „In", numărul volumului sau anul de apariție (în cifre arabe) numărul de ordine al numărului de periodic, data numărului, pagina citată sau prima și ultima pagină a fragmentului citat sau a articolului întreg, după cum citează, doar o anumită pagină, un fragment, sau un articol în întregime. Cînd lucrarea citată a fost tradusă în lb. română, titlul se scrie în traducere, dar cu mențiunea că lucrarea a fost tradusă și din ce limbă.

7. **Predarea la redacție** a manuscrisului dactilografiat se face în două exemplare, din care un original și o copie. Originalul este însoțit de desenele în tuș pe calc și fotografii cînd este cazul, iar cel de-al doilea exemplar este însoțit de ozalide sau xerocopii ale figurilor în calc sau de al doilea rînd de fotografii, cînd este cazul.

8. Autorul trebuie să **garanteze conținutul științific** al articolului, iar textul prezentat redacției să fie revizuit după dactilografiere, deoarece în timpul fazelor editoriale și tipografice nu îl mai revede, deci nu mai poate interveni în acest text după predarea manuscrisului.

9. Conform regulilor editoriale manuscrisele și figurile — publicate sau nu — nu se mai restituie autorului.

10. Materialele, prezentate conform regulilor de mai sus, se primesc la redacția revistei „Construcția de mașini", la următoarea adresă :

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Redacția revistei „Construcția de mașini" Cal. Victoriei 133, Sector 1, clădirea mică, parter, cod 71102 BUCUREȘTI, Oficiul poștal 22, Căsuța poștală 22—125.

11. Orice informație și referință se pot obține la telefoanele : 59.71.35 sau 50.31.30 (direct) și 50.40.90/253 sau 274, redactor șef ing. TEODOSIA OPRESCU, redactor : ȘERBAN TEODORESCU.

12. Materialul va fi însoțit — obligatoriu — de o **adeverință** semnată de conducerea instituției unde activează autorul, specificînd respectarea legilor în vigoare cu privire la păstrarea secretului.

13. Va fi însoțit și de **rezumatele lucrării** în lb. română, franceză, engleză, rusă și germană.

1984 MAI 10

I. C. T. C. M.
INSTITUTUL DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ ȘI INGINERIE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Șos. Olteniței nr. 105, sector 4
București — 75651
Telefon 83.21.70. Telex 10233

Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Industria Construcțiilor de Mașini, înființat încă din anul 1955, are o bogată experiență în cercetare și proiectare tehnologică specifică construcțiilor de mașini. În cadrul institutului se desfășoară trei tipuri de activități :

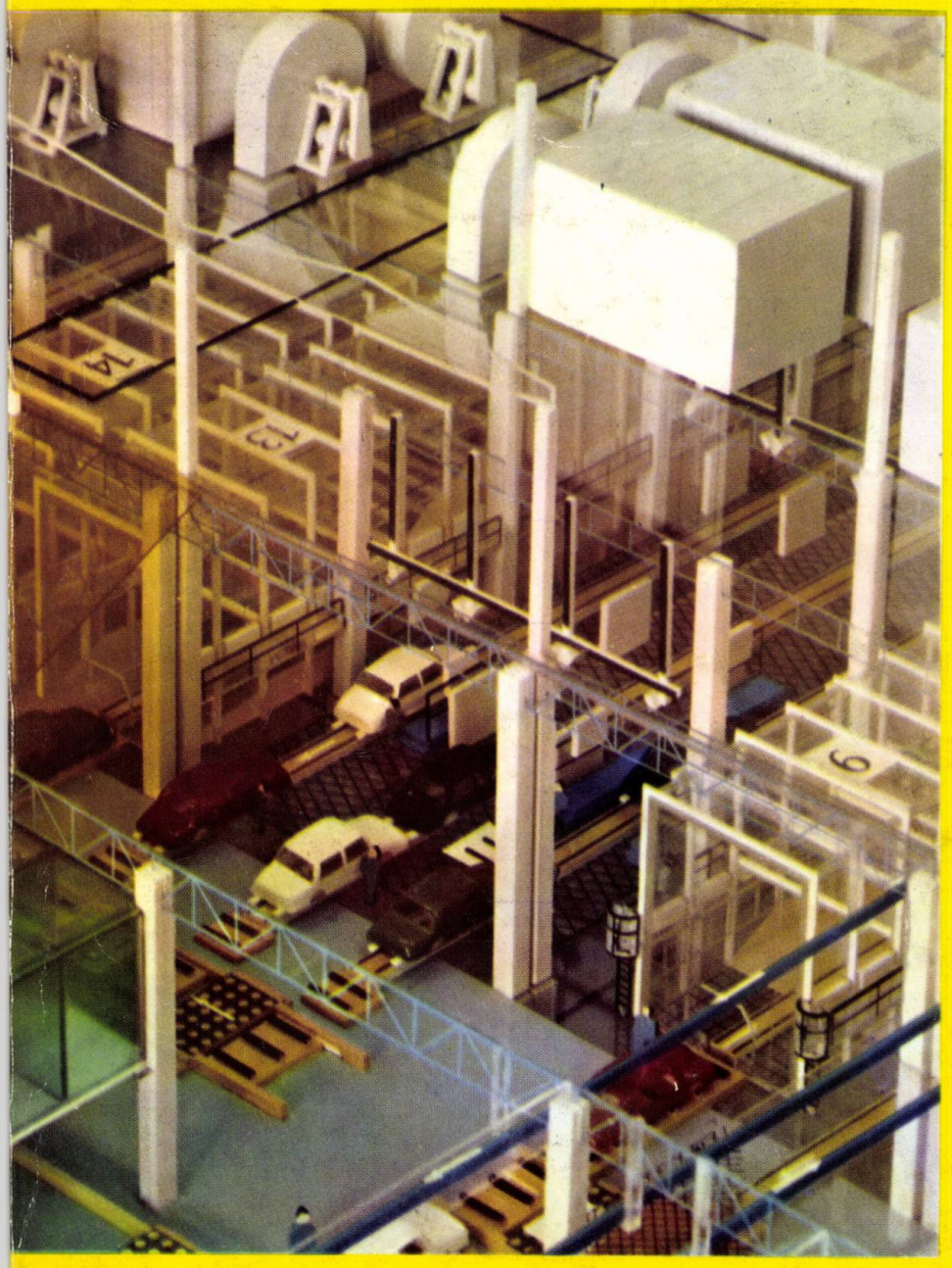
1. Cercetarea de procese tehnologice (metode de fabricație) noi în cadrul laboratoarelor special amenajate pentru experimentarea și optimizarea procedeelor, regimurilor sau rețelelor tehnologice în domeniile : prelucrărilor prin așchiere, ștanțare, ambutisare și prin tehnologii neconvenționale, manipulării automate, montajului mecanizat și automatizat, acoperirilor de protecție și decorative, controlului activ, interoperațional și final.

2. Elaborarea de tehnologii integrate și sisteme complexe de fabricație pentru prelucrarea unor piese sau grupe de piese sau produse, cu adoptarea celor mai eficiente procedee, inclusiv proiectarea mașinilor speciale, dispozitivelor și sculelor.

3. Execuția, în limita capacităților propriului său atelier, a echipamentelor tehnologice proiectate. Acordarea de asistență tehnică pentru punerea în funcțiune la parametrii proiectați a proiectelor elaborate.

ICTCM EFECTUEAZĂ: ● Studiul problemelor tehnologice individuale sau legate de realizarea unui anumit produs ; ● Elaborarea de procedee tehnologice noi sau dezvoltarea și îmbunătățirea unor tehnologii existente ; ● Experimentarea în laborator și în producție a procedeelor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de execuție pentru liniile, mașinile, dispozitivele sau sculele necesare aplicării tehnologiilor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de utilare tehnologică a secțiilor sau atelierelor în care se vor realiza tehnologiile respective ; ● Construcția în ateliere proprii a utilajelor proiectate ; ● Execuția de prototipuri de mașini și dispozitive și experimentarea acestora în vederea introducerii lor în fabricația de serie ; ● Elaborarea de metode de măsură și control interoperații și final, proiectarea și executarea utilajelor necesare controlului și sortării cu diferite grade de automatizare ; ● Proiectarea și executarea de bancuri de probă pentru studii de laborator și fabricația de serie ; ● Organizarea fabricației, transportului intern și depozitării în secțiile și atelierele destinate aplicării noilor tehnologii, planificarea și urmărirea producției ; ● Elaborarea de sisteme pentru automatizarea pregătirii tehnologiei precum și pentru planificare, lansare și urmărire cu ajutorul calculatorului electronic ; ● Acordarea de asistență tehnică pentru aplicarea procedeelor tehnologice elaborate și pentru punerea în funcțiune a utilajelor proiectate și executate ; ● Acordarea de licențe, know-how și punerea la dispoziție a documentației de execuție pentru lucrările elaborate de institut.

3279



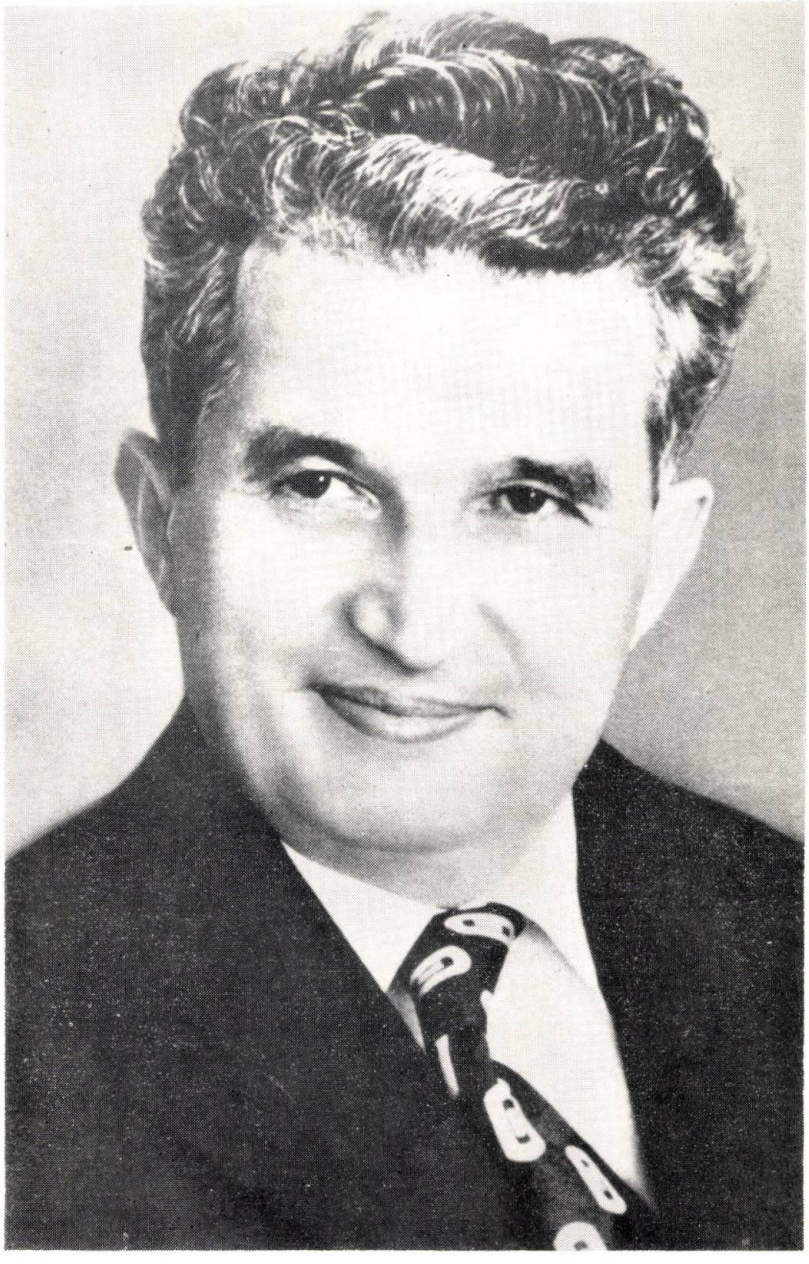
• PROTECŢIA SUPRAFEŢELOR

CONSTRUCŢIA DE MAŞINI

2-3

BUCUREŞTI ■ XXXVI ■ FEBRUARIE - MARTIE ■ 1984

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR * KÖZPONTI ÉS HÖNYVTÁR 1883



„Ca și în trecut, și în viitor nu voi precupeți nici un efort pentru a servi cauza socialismului, a servi partidul și, mai presus de toate, a servi poporul, interesele sale supreme de bunăstare, de fericire, de independență, de pace".

(Din cuvîntarea tovarășului NICOLAE CEAUȘESCU cu ocazia sărbătoririi zilei de naștere și a împlinirii a peste 50 de ani de activitate revoluționară)

România își omagiază Președintele

Ca în fiecare an, sfîrșitul lunii ianuarie a fost marcat de un eveniment înscris cu litere de aur în istoria țării noastre : aniversarea zilei de naștere și a peste 50 de ani de activitate revoluționară ai tovarășului **Nicolae Ceaușescu,** conducătorul partidului și statului nostru.

Strîns unit în jurul partidului, al secretarului său general, întregul popor și-a sărbătorit pe cel mai iubit fiu al său, pe omul care întruchipează, ca nimeni altul, cele mai nobile însușiri și aspirații ale națiunii din rîndurile căreia s-a născut, pe cîrmaciul de geniu care a zmuls România de sub semnul unei istorii vitrege.

Puține popoare se bucură de privilegiul de a avea în fruntea lor un lider politic de talia președintelui **Nicolae Ceaușescu,** astăzi, cînd omenirea este confruntată cu dificultăți și primejdii fără precedent și, tocmai de aceea, numele țării noastre s-a indentificat, în conștiința politică a lumii, cu numele eminentului său conducător.

Pentru noi toți, cei care avem șansa de a trăi această neasemuită perioadă de renaștere, tovarășul **Nicolae Ceaușescu** reprezintă eroul, patriotul înflăcărat care, legînd prezentul și viitorul de valorile perene ale unei moșteniri istorice milenare ne-a redat chipul, dimensiunile și demnitatea, așezînd Țara în drepturile ei legitime și trasîndu-i coordonatele unei evoluții de mare anvergură.

Biografia sa exemplară este biografia României moderne.

S-a născut în anul marii Uniri. Aparține acelei generații minunate care, odată rezolvată problema națională, și-a închinat toată viața și puterea de muncă deziderateloor majore din sfera socialului. Încă din zorii conștiinței sale, tovarășul **Nicolae Ceaușescu** s-a devotat acestor idealuri, fără șovăire, cu abnegație. A aderat la mișcarea muncitorească în anii de foc ai neuitatelor bătălii de clasă desfășurate în perioada marii crize economice a capitalismului. Certificatul de maturitate revoluționară l-a obținut ca unul dintre principalii organizatori ai uriașelor demonstrații antifasciste și antiimperialiste de la 1 Mai 1939. După 23 August 1944 a fost promovat în înalte funcții de partid și de stat. Intransigent cu sine și cu alții, a rămas — permanent — credincios omeniei și rostirii adevărului. Datorită acestor calități de excepție, la Congresul al IX-lea, tovarășul **Nicolae Ceaușescu** a fost ales secretar general al partidului și, mai tîrziu, țara l-a desemnat ca președinte. Au trecut, de atunci, aproape douăzeci de ani. O perioadă relativ scurtă, dar atît de rodnică, de bogată în împliniri și transformări esențiale, încît, pentru a-i cuprinde toată amploarea și semnificațiile, ne-am obișnuit să o numim, cu legitimă mîndrie, **Epoca Nicolae Ceaușescu.**

Spirit revoluționar, novator în gîndire și acțiune, tovarășul **Nicolae Ceaușescu** a realizat în mod strălucit legătura dialectică dintre activitatea internă și cea internațională. În acest sens, gîndirea social-politică a președintelui român constituie o inestimabilă contribuție teoretică și practică la analiza materialist-dialectică a vieții internaționale, a problemelor și dificultăților cu care este confruntată lumea contemporană.

Pornind de la o concepție fundamental nouă asupra păcii, șeful statului român a formulat o politică externă promovată consecvent de țara noastră și care se întemeiază pe respectarea cu strictețe, în raporturile dintre state, a principiilor independenței și suvera-

nității naționale, egalității în drepturi și neamestecului în treburile interne, avantajului reciproc, nerecurgerii la forță și la amenințarea cu forța. Justețea acestei politici este confirmată de adoptarea — din ce în ce mai largă — a acestor principii în practica relațiilor dintre toate statele.

Inițiativele repetate, eforturile stăruitoare ale României, ale președintelui **Nicolae Ceaușescu** pentru instaurarea unui climat de securitate și cooperare în Europa au contribuit la încheierea cu succes a Conferinței de la Helsinki, din 1975, la finalizarea cu rezultate pozitive a reuniunii de la Madrid, și la crearea condițiilor necesare convocării Conferinței pentru măsuri de încredere și securitate și pentru dezarmare în Europa, care a început la Stockholm pe 17 ianuarie 1984.

Trebuie subliniată poziția fermă a tovarășului **Nicolae Ceaușescu** față de noua escaladare a cursei înarmărilor nucleare în Europa, prin amplasarea pe continent a noilor rachete nucleare cu rază medie de acțiune. Printre acțiunile întreprinse cu acest prilej, se numără mesajele adresate conducătorilor U.R.S.S. și S.U.A. apelînd la rațiune, la realizarea unor înțelegeri care să limiteze arsenalul nuclear european, precum și uriașele manifestații populare pentru pace și dezarmare, desfășurate în țara noastră din inițiativa tovarășului **Nicolae Ceaușescu.**

România, președintele său s-au pronunțat și se pronunță cu hotărîre pentru rezolvarea tuturor stărilor litigioase numai pe calea tratativelor evitîndu-se angajarea militară a părților, care nu provoacă decît daune, duc la amplificarea sau chiar apariția unor noi conflicte, ori facilitează intervențiile străine. În această direcție, din inițiativa țării noastre, Adunarea generală O.N.U. a adoptat, prin consens, în 1982, „Declarația asupra reglementării pașnice a diferendelor internaționale", un document politico-juridic de primă mărime, apt să dea un puternic impuls eliminării forței din viața internațională.

Toate popoarele și națiunile lumii a treia, angajate într-o luptă dură pentru supraviețuirea economică, privesc cu multă încredere inițiativele României, ale președintelui **Nicolae Ceaușescu** pentru instaurarea unei noi ordini economice internaționale. În concepția sa, noua ordine economică internațională presupune „o schimbare calitativă, revoluționară, în raporturile economice dintre state, o dezvoltare mai accelerată a tuturor statelor și, în primul rînd, a celor rămase în urmă, să înlesnească accesul larg al popoarelor la cuceririle științei și tehnicii moderne, să asigure stabilitatea economiei mondiale".

Prestigiul și autoritatea de care se bucură azi țara noastră pe arena internațională sînt nemijlocit legate de numele și activitatea președintelui său. Pe drept cuvînt România socialistă este, azi, unanim recunoscută ca „țară a păcii", iar ctitorul ei — **„erou al păcii"**.

Ca în fiecare an, aniversarea zilei de naștere a iubitului nostru conducător este pentru noi un prilej de mare sărbătoare și fericit bilanț.

La 7 ianuarie am sărbătorit-o pe tovarășa academician doctor inginer **Elena Ceaușescu,** tovarășa de viață, de muncă și de luptă a celui mai iubit fiu al poporului.

Două destine gemene, două existențe exemplare, care sintetizează tot geniul creator și puterea de muncă ale poporului român.

Angajați cu fermitate pentru înfăptuirea neabătută a hotărîrilor Congresului al XII-lea și ale Conferinței Naționale a Partidului, constructorii de mașini, alături de întregul popor au adresat tovarășului **Nicolae Ceaușescu** urarea de a trăi „ani mulți și fericiți, putere de muncă, pentru a conduce Partidul Comunist Român, patria noastră socialistă, spre noi și minunate împliniri, demne de măreața epocă marcată de puternica sa personalitate".

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR: OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXVI, nr. 2—3, februarie—martie, 1984

CUPRINS

TEHNOLOGII ȘI UTILAJE PENTRU ACOPERIREA ȘI FINISAREA SUPRAFEȚELOR

POPOVICI, D.: **Realizări și tendințe în domeniul protecției suprafețelor metalice** 55

1. Pregătirea suprafețelor

RISTEA, IOLANDA, GRIGORIU, A.: **Tehnologii și instalații moderne de pregătire a suprafețelor metalice prin spălare-degresare** 68

NEDELCOVICI, I., CULDA, I.: **Tehnologii și instalații moderne de pregătire a suprafețelor metalice prin curățire cu alice** 74

2. Acoperiri metalice anticorozive și decorative

MARINESCU, ANTOANETA: **Durificarea prin cromare a suprafețelor interioare mari folosind surse de curent de joasă intensitate** 80

ANDONIANȚ, GH.: **Electrodepuneri de nichel în strat gros, utilizate în tehnica forjării** 83

ROMAN, LIANA: **Depuneri metalice realizate pe cale electrochimică** 85

BAY, EMILIA: **Contribuții privind studiul mecanismului depunerilor-chimice și electrochimice cu structură lamelară** 88

KÖNIG, LILIANA: **Contribuții la realizarea protecției chimice a oțelurilor inoxidabile** 91

BLIDARIU, MARIOARA, SACHIAN, A.: **Depunerea de aliaj Sn-Pb cu aplicabilitate în tehnologia contactelor electrice** 95

GAVĂT, RODICA, SIMIONUC, GABRIELA: **Economia de apă la operațiile de pregătire a suprafeței din atelierele de acoperiri metalice** 99

PĂTRAȘCU, RODICA, DUMITRESCU, M.: **Utilizarea schimbătorilor de ioni, românești, la recuperarea metalelor din apele reziduale galvanice** 102

ASENOV, AL., DIMCEV, D.: **Recuperarea cromului din apele reziduale** 107

ASENOV, AL., DIMCEV, D.: **Denocivizarea fotochimică a apelor reziduale care conțin crom** 111

POPESCU, E., ILIE, E.: **Evoluții în domeniul echipamentelor și instalațiilor de acoperiri metalice** 115

PIȚURESCU, I.: COTEȚ, DOMNICA, DORIN, E: **Protecția catodică — tehnologie modernă de protecție anticorozivă a structurilor metalice** 119

COTEȚ, DOMNICA, ILIE, E., COTEȚ, GH: **Instalație automată, de tip VIBROBOT, pentru tratamentul electrochimic al pieselor în vrac** 123

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef: ing. Teodosia Oprescu
Redactor: Șerban Teodorescu
Coordonator științific: dr. ing. Gabriela Crișan

Coperta reprezintă: secția de vopsitorie cu grad înalt de automatizare, pentru caroserii de autoturisme; productivitatea, 25 caroserii/oră. Tehnologie, proiectare și asistență tehnică: I.C.T.C.M. București. Beneficiar: Întreprinderea de autoturisme Pitești

SUMARE

CZ : 620.197

Popovici, D.: **Realizări și tendințe în domeniul protecției suprafețelor metalice**

Sînt prezentate realizările I.C.T.C.M. în domeniul protecției suprafețelor metalice, în trecut și în prezent, și sînt indicate direcțiile de acționare și problemele dificile ce trebuie rezolvate în perioada următoare. Sînt precizate, de asemenea, colaborările cu diferite întreprinderi și institute pentru finalizarea diverselor obiective.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 2—3, 10 tab., 6 ref. bibl.

CZ': 621.79.026

Ristea, Iolanda, Grigoriu, A.: **Tehnologii și instalații moderne de pregătire a suprafețelor pieselor metalice prin spălare-degresare**

Pentru eliminarea impurităților de pe suprafețele pieselor, ne-am orientat către tratarea cu precădere a două tehnologii de degresare, acoperitoare pentru problemele solicitate de beneficiari, și anume: degresarea cu solvenți organici și spălarea cu soluții alcaline. Pentru degresarea în solvenți organici, s-a realizat o tipizare a tehnologiilor și instalațiilor de degresare și de regenerare a solvenților. Pentru realizarea spălării cu soluții alcaline, a fost elaborată o sistemă-tip de proiectare de instalații, bazate pe concepția și experiența acumulată la realizarea utilajelor de spălare pentru OLTCIT. De asemenea, în direcția procedeelor de înaltă eficiență (degresarea în solvenți organici cu ultrasunete), s-a realizat eliminarea importului, prin asimilarea echipamentelor ultrasonice de către Centrul de Fizică Tehnică din Iași.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 2—3, 8 fig., 4 tab., 6 ref. bibl.

CZ : 621.79.023

Nedelcovici, I., Culda, I.: **Tehnologii și instalații de pregătire a tablelor și profilelor prin curățirea cu alice**

În lucrare se prezintă principiile curățirii cu alice, tehnologia de pasivare a tablelor și profilelor, insistînd asupra tehnologiilor și instalațiilor pentru curățirea tablelor și profilelor diferitelor tipuri de recipienți și subansamble de construcții metalice, executate după proiecte ale I.C.T.C.M. la diverse întreprinderi din țară. Se fac unele considerații privitoare la alegerea dimensiunilor alicelor, cît și la amplasarea în poziție optimă a aruncătoarelor centrifugale, în funcție de dimensiunile și configurația pieselor de alicat.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 2—3, 8 fig., 3 tab., 5 ref. bibl.

CZ : 669.268.6

Marinescu, Antoaneta: **Durificarea prin cromare a suprafețelor interioare mari, folosind surse de curent de joasă intensitate**

Lucrarea prezintă studiile și experimentările efectuate în scopul realizării unui procedeu de durificare prin cromare a suprafețelor cilindrice foarte mari. Procedeul folosește un sistem anodic mobil, care permite aplicarea intensităților reduse de curent — circa o treime din cele folosite în procedeele clasice cunoscute-realizate, prin micșorarea corespunzătoare a suprafeței anodice. Depunerile obținute sînt aderente, cu structură fină, lipsite de pori și cu duritate foarte mare.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 2—3, 3 fig., 10 ref. bibl.

CZ : 669.248.6

Andonianț, Gh.: **Electrodepuneri de nichel în strat gros, utilizat în tehnica forjării**

Una din aplicațiile acoperirilor cu nichel este realizarea de protecții pe piese din oțel, împotriva fenomenului de decarburare a acestora, care are loc în timpul forjării. Calitatea unei asemenea protecții este condiționată de realizarea unei aderențe perfecte între metalul de bază și stratul protector de nichel și de caracteristicile stratului de nichel. Experimentările efectuate au condus la realizarea unei tehnologii specifice de pregătire a metalului de bază, funcție de natura acestuia, la selectarea unui electrolit adecvat și parametrilor tehnologici de nichelare, care au permis obținerea unor protecții corespunzătoare a oțelurilor care se forjează, contra fenomenului de decarburare.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 2—3, 2 fig., 2 tab., 4 ref. bibl.

CZ : 541.13

Roman, Liana: **Depuneri metalice realizate pe cale electrochimică**

În lucrare este prezentat procedeul de realizare a unor straturi superficiale de bronz pe piese din oțel, prin depunere electrolitică de aliaj Cu-Sn urmată de tratament termic de difuzie. Articolul conține exemple de electroliți utilizați pentru depunerea aliajului și parametrii de depunere, precum și considerații privind structura cristalină, microstructura și caracteristicile stratului obținut.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 2—3, 7 fig., 2 tab., 6 ref. bibl.

CZ : 541.13

Bay, Emilia: **Contribuții privind studiul mecanismului depunerilor chimice și electrochimice cu structură lamelară**

Articolul prezintă studiul depunerilor chimice și electrochimice cu structură lamelară, utilizate în scop funcțional și protector-decorativ, pe baza mecanismului de reducere. Pe baza exemplelor studiate (aliaje cu fosfor și bor), a fost posibilă stabilirea căilor de dirijare a procesului în sensul obținerii anumitor performanțe specifice ca: luciu, duritate, rezistență la uzură și frecare, rezistență la coroziune etc., cu implicații directe asupra domeniilor de aplicare.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 2—3, 7 fig., 12 ref. bibl.

CZ : 541.13

König-Georgescu, Liliana: **Contribuții la realizarea protecției chimice a oțelurilor inoxidabile**

Articolul prezintă procesul de protecție chimică a oțelurilor inoxidabile, în condițiile corelării compoziției materialului de bază cu compoziția și parametrii tehnologici ai soluțiilor de pregătire-pasivare. Se redau, de asemenea, testele specifice pentru verificarea calității, respectiv continuitatea peliculei, rezistența la coroziune, contaminarea cu fier.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 2—3, 2 fig., 4 tab., 7 ref. bibl.

CONTENTS

DC : 620.197

Popovici, D.: **Achievements and Trends in the Sphere of Metal Surface Protection**

The paper presents I.C.T.C.M. past and present achievements in the sphere of metal surface protection, while pointing out the directions of action and difficult problems to be solved during the next period. Mention is also made of the collaboration with various enterprises and institutes for carrying through various projects.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 2—3, 10 tables, 6 bibl. papers

---

DC : 621.79.026

Ristea, Iolanda, Grigoriu, A.: **Modern Installations and Technologies for Preparing Metal Components Surface by Cleaning and Degreasing**

Two degreasing technologies for removing impurities from the components surface are dealt with to cover the problems raised by end users. They refer to degreasing by organic solvent and cleaning with alkaline solutions. For the degreasing by organic solvents, the solvents degreasing and recovery installations and technologies have been standardiezed. For the cleaning with alkaline solutions a standard type of installations designs has been worked out starting from the experience stored in achieving the cleaning equipment for OLTCIT. In the field of high efficiency methods (degreasing in organic solvents with ultrasounds), imports were eliminated by the taking up of ultrasound equipment within the Technical Physics Centre of Jassy.

Construcţia de maşini, 36 (1984). No. 2—3, 8 fig., 4 tables, 6 bibl. papers

---

DC : 621.79.023

Nedelcovici, I., Culda, I.: **Technologies and Installations for Preparing Metal Sheet and Shapes by Shot Blasting**

The paper presents the principles of shot blasting, the passivating method of metal sheet and shapes, while dwelling upon the technologies and instalallations for cleaning metal sheet and shapes, various types of vessels and metal structures subassemblies manufactured according to I.C.T.C.M. designs by various units in the country. Considerations are moreover made concerning the choice of shot sizes and the optimum location of throw-out centrifuges, function of the dimensions and configuration of components to be shot blasted.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 2—3, 8 fig., 3 tables, 5 bibl. papers

---

DC : 669.268.6

Marinescu, Antoaneta: **Hardening of Large Inner Surfaces by Chromium-Plating with Low Intensity Current Sources**

The paper presents the studies and experiments carried out for achieving a method of hardening very large cylindrical surfaces by their chromium-plating. The method refers to the use of a mobile anode system enabling low current intensities reduced to a third of those used by conventional procedures. This is achieved by a corresponding reduction of the anode surface. The adherent deposits achieved show a fine structure, have no pores and are very hard.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 2—3, 3 fig., 10 bibl. papers

DC : 669.248.6

Andonianţ, Gh.: **Thick Layer Electrodeposits Used in the Forging Technology**

Nichel coating is also used to protect steel components against tehir decarburization during forging. The quality of such a protection is conditioned upon the achieving of a perfect adherence between the metal background and the nickel protection layer, as well as upon the characteristics of the nickel layer. Experiments have led to the working out of a specific technology for preparing the metal background function of its nature, to the choice of an adequate electrolyte and of the nichel-coating technological parameters which have enabled the obtaining of a corresponding protection of the steels to be forged against the decarburization phenomenon.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 2—3, 2 fig., 2 tables, 4 bibl. papers

---

DC : 541.13

Roman, Liliana: **Electrochemically Achieved Metallic Deposits**

The paper presents a method of achieving bronze surface coating of steel components by electrolytic deposition of Cu—Sn alloy followed by a diffusion heat treatment. The paper moreover gives examples of electrolytes used in the alloy deposition and the deposition parameters, while making considerations concerning the crystalline structure, microstructure and characteristics of the coat achieved.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 2—3, 7 fig., 2 tables, 6 bibl. papers

---

DC : 541.13

Bay, Emilia: **Contributions to the Study of the Process of Lamellar Structure Chemical and Electrochemical Deposits**

The paper presents a study based upon the reduction process of the lamellar structure chemical and electrochemical deposits used for a functional and protection-decorative purpose. The already studied examples (phosphorous and boron alloys) enabled the establishing of the ways and means to control the process for obtaining certain specific performances as: gloss, hardness, wear—, and friction-resistance, corrosion resistance etc. having a direct influence upon the fields of use.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 2—3, 7 fig., 12 bibl. papers

---

DC : 541.13

König-Georgescu, Liliana: **Contributions to Achieving the Chemical Protection of Stainless Steels**

The paper presents the chemical protection process of stainless steels under the conditions of the basic material composition correlation with the composition and technological parameters of the preparing-passivating solutions. The specific tests are moreover given for checking the quality, namely the film consistency, corrosion resistance, iron contamination.

Construcţia de maşini, 36 (1984i, No. 2—3, 2 fig., 4 tables, 7 bibl. papers

SOMMAIRES

CD : 620.197

Popovici, D. : **Réalisations et tendances dans le domaine de la protection des surfaces métalliques**

On présente les réalisations de l'I.C.T.C.M., obtenus dans le passé et à présent, dans le domaine de la protection des surfaces métalliques et on indique les directions d'actionnement et les problèmes difficiles à résoudre au cours de la période suivante. On précise également les collaborations avec différents instituts et entreprises en vue de mettre le point final à divers objectifs.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 2—3, 10 tabl., 6 réf.

CD : 621.79.026

Ristea, Iolanda, Grigoriu, A. : **Technologies et installations modernes de préparation des surfaces des pièces métalliques par nettoyage-dégraissage**

Afin d'éliminer les impuretés adhérant aux surfaces des pièces, nous sommes orientés vers l'utilisation prioritaire de deux technologies de dégraissage, convenant aux problèmes soumis par les bénéficiaires ; il s'agit du dégraissage aux solvants organiques et du lavage avec des solutions alcalines. Pour le dégraissage aux solvants organiques on a réalisé la standardisation des technologies et des installations de dégraissage et de régénération des solvants. Pour le lavage avec des solutions alcalines, on a élaboré un système — type de projet d'installations, reposant sur la conception et l'expérience accumulée à la réalisation des outillages de lavage destinés à la voiture OLTCIT. En vue d'appliquer des procédés de haute efficience (dégraissage aux solvants organiques à l'aide d'ultrasons), on a réussi à éliminer l'importation, car le Centre de Physique technique de Jassy a assimilé les équipements ultrasoniques requis.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 2—3, 8 fig., 4 tabl., 6 réf.

CD : 621.79.023

Nedelcovici, I., Culda, I. : **Technologies et installations pour la préparation des tôles et des profilés par le nettoyage à grenailles**

Cet ouvrage présente les principes du nettoyage à grenailles et la technologie de passivation des tôles et des profilés, en insistant sur les technologies et les installations de nettoyage des tôles et des profilés des différents types de récipients et de sousensembles des constructions mécaniques, exécutées d'après les projets de l'I.C.T.C.M. au bénéfice de diverses entreprises du pays. On fait des considérations sur le choix des dimensions de la grenaille et sur l'emplacement des jetteurs centrifuges en position optimale, en fonction des dimensions et de la configuration des pièces à grenailler.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 2—3, 8 fig., 3 tabl., 5 réf.

CD : 669.268.6

Marinescu, Antoaneta : **Durcissement par chromage des grandes surfaces intérieures en utilisant des sources de courant de basse intensité**

L'ouvrage présente les études et les expérimentations effectuées en vue de réaliser un procédé de durcissement par chromage des surfaces cylindriques très grandes. Le procédé utilise un système anodique mobile, permettant d'appliquer des intensités de courant réduites — environ le tiers de celles utilisées dans les procédés classiques connus — par la diminution correspondante de la surface anodique. Les dépôts obtenus sont adhérents, à structure fine, exempts de pores et d'une très grande dureté.

Construcţia de maşini, 36 (1934), no. 2—3, 3 fig., 10 réf.

CD : 669.248.6

Andoniant, Gh. : **Dépôts électriques de nickel en couche épaisse, utilisés dans la technique du forgeage**

L'une des applications des recouvrements au nickel consiste à réaliser des protections sur les pièces en acier afin d'un éviter le phénomène de décarburation qui a lieu durant le forgeage. La qualité d'une protection de ce genre dépend de la réalisation d'une parfaite adhérence entre le métal de base et la couche protectrice de nickel, ainsi que des caractéristiques de la couche de nickel. Les expérimentations effectuées ont conduit à la réalisation d'une technologie spéciale de préparation du métal de base (en fonction de la nature de celui-ci), à la sélection d'un électrolyte adéquat et des paramètres de la technologie de nickelage ; cette technologie a permis d'obtenir des protections correspondantes des aciers à forger contre le phénomène de décarburation.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 2—3, 2 fig., 2 tabl., 4 réf.

CD : 541.13

Roman, Liana : **Dépôts métalliques réalisés par voie électrochimique**

L'ouvrage présente le procédé permettant de réaliser des couches superficielles de bronze sur les pièces en acier par le dépôt électrochimique d'un alliage Cu—Sn, suivi d'un traitament thermique de diffusion. L'article contient des exemples d'électrolytes utilisés au dépôt de l'alliage et les paramètres du dépôt, ainsi que des considérations concernant la structure cristalline, la micro-structure et les caractéristiques de la couche obtenue.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 2—3, 7 fig., 2 tabl., 6 réf.

CD : 541.13

Bay, Emilia : **Contributions à l'étude du mécanisme des dépôts chimiques et électrochimiques à structure lamellaire**

L'article présente l'étude des dépôts chimiques et électrochimiques à structure lamellaire, servant à des fins fonctionnelles et protectrice-décorative, reposant sur le mécanisme de réduction. En vertu des exemples étudiés (alliages au phosphore et au bore), on a réussi à établir les voies susceptibles de diriger le processus afin d'obtenir certaines performances spécifiques, notamment : brillance, dureté, résistance à l'usure et à la friction, résistance à la corrosion, etc., ayant des implications directes sur les domaines d'application.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 2—3, 7 fig., 12 réf.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 620.197

Popovici, D. : **Leistungen und Tendenzen im Bereich der schützenden Behandluung von Metalloberflächen**

Präsentiert werden die von ICTCM im Bereich der schützenden Behandlung von Metalloberflächen in der Vergangenheit und Gegenwart erzielten Leistungen ; es werden auch die Aktionsrichtungen wie auch die Probleme, die in der nachstehenden Zeitspanne zu lösen sind, angegeben. Angeführt wird auch die Zusammenarbeit mit verschiedenen Betrieben und Instituten zur Lösung verschiedener Aufgaben.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 2—3, 10 Tab., 6 Lit.

DK : 621.79.026

Ristea, Iolanda, Grigoriu, A. : **Moderne Technologien und Anlagen zur Oberflächenvorbehandlung der Metallwerkstücke durch Waschen-Entfetten**

Zur Beseitigung der an der Oberfläche der Werkstücke haftenden Verunreinigungen haben wir uns für die vorrangige Behandlung von zwei Entfettungstechnologien entschieden, welche die von den Bedarfsträgern gestellten Probleme decken, u.zw. das Entfetten mit organischen Lösungsmitteln und die Reinigung in Alkalibädern. Für das Entfetten mit organischen Lösungsmitteln wurde eine Typisierung der Technologien und der Entfettungsanlagen wie auch der Anlagen zur Rückgewinnung der Lösungsmittel durchgeführt. Für die Reinigung in Alkalibädern wurde ein typisiertes System der Ausführungsunterlagen für die Anlagen ausgearbeitet, die auf dem Konzept und der in der herstellung der Waschanlage für den OLTCIT-Wagen gesammelte Erfahrung beruhen. Desgleichen wurde im Bereich der hocheffizienten Verfahren (das Entfetten mittels Ultraschall in organischen Lösungsmitteln) die Ausschaltung der Importe durch die Überleitung in die Produktion der Utraschallanlagen durch das Zentrum für technische Physik in Iaşi erzielt.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 2—3, 8 Fig., 4 Tab., 6 Lit.

DK : 621.79.023

Nedelcovici, I., Culda, I. : **Technologien und Anlagen zur Vorbehandlung der Bleche und Profile durch Stahlkiesaufschleudern**

Im Beitrag werden die Grundsätze des Stahlkiesaufschleuderns die Technologie zum Passivieren der Bleche und Profile beschrieben und die Technologien und Anlagen zur Reinigung der Bleche und Profile verschiedener Behältertypen und der Bauteile für Metallkonstruktionen eingehend behandelt, die nach den von ICTCM ausgearbeiteten Unterlagen in verschiedenen Betrieben des Landes ausgeführt wurden. Es werden auch einige Betrachtungen veröffentlicht, hinsichtlich der Stahlkiesabmessungen als auch der optimalen Anordung der Aufschleuderer je nach Abmessungen und Konfiguration der mittels Stahlkies zu reinigen Werkteile.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 2—3, 8 Fig., 3 Tab., 5 Lit.

DK : 669.268.6

Marinescu, Antoaneta : **Das Hartverchromen großer Innenflächen unter Anwendung von Quellen niederer Stromstärke**

Im Beitrag werden die durchgeführten Untersuchungen und Versuche zwecks Festlegung eines Verfahrens zum Hartverchromen der sehr großen zylindrischen Flächen präsentiert. Das Verfahren benutzt ein mobiles Anodensystem, das die Anlegung von niederen Stromstärken ermöglicht — etwa ein Drittel der von den bekannten herkömmlichen Verfahren benutzten Strmstärken — durch die entsprechende Vermienderung der Anodenfläche. Die erzielten Ablagerungen sind festhaftend, mit einer porenfreien Struktur und weisen einer großen Härte auf.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 2—3, 3 Fig., 10 Lit.

DK : 669.243.6

Andonianţ, Gh. : **Elektrische Nickelablagerungen in dicker Schicht, die in der Schmiedetechnik Anwendung finden**

Eine der Anwendungen der Nickelbeschichtung dient zur Beschichtung der Werkstücke aus Stahl gegen die während des Schmiedens auftretende Entkohlung. Die Qualität einer derartigen Beschichtung hängt von der Erzielung einer perfekten Haftung zwieschen dem Grundwerkstoff und der Nickelschicht wie auch von den Eigenschaften der Nickelschicht ab. Die durchgeführten Versuche führten zur Ausarbeitung einer spezifischen Technologie für die Vorbehandlung des Grundwerkstoffes, je nach Werkstoffart, und zur Wahl eines geeigneten Eletrolyts und der technologischen Vernickelungsparameter, welche die Erzielung eines entsprechenden Schutzes der durch Schmieden zu verarbeiteten Stähle gegen die Entkohlung ermöglichen.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 2—3, 2 Fig., 2 Tab., 4 Lit.

DK : 541.13

Roman. Liana : **Elektrochemische Metallabscheidung**

Im Beitrag wird das Verfahren zur Erzielung Von Bronzeschichten auf Stahlwerkstücken durch die elektrolytische Beschichtung mit einer Cu-Sn-Legierung beschrieben, der eine thermische Diffusionsnachbehandlung folgt. Der Beitrag enthält weiter Beispiele der zur Beschichtung verwendeten Elektrolyten und die Abscheidungsparameter wie auch einige Betrachtungen hinsichtlich der kristallinen Struktur, der Mikrostruktur und der Eigenschaften der erzielten Schicht.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 2—3, 7 Fig., 2 Tab., 6 Lit.

DK : 541.13

Bay, Emilia : **Einige Beiträge zur Untersuchung des Ablaufs der chemischen und elektrochemischen Abscheidungen mit lamellaren Struktur**

Im Beitrag wird ein Studium der chemischen und elektrochemischen Abscheidungen mit lamellaren Struktur präsentiert, die zur Verbesserung der funktionellen Eigenschaften und des dekorativen Aussehens, aufgrund des Reduktionsmechanismus, verwendet werden. Aufgrund der untersuchten Beispiele (Phosphor — und Borlegierungen) wurde die Festlegung der Wege zur Steuerung des Prozesses hinsichtlich der Erzielung bestimmter spezifischer Eigenschaften wie Glanz, Härte, Verschleiß — und Reibfestigkeit, Korrosion sbeständigkeit u.a. ermöglicht, welche die Anwendungsbereiche direkt beeinflussen.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 2—3, 7 Fig., 12 Lit.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК: 620.179

Попович, Д.: **Достижения и тенденции в области защиты металлиских поверхностей**

Представлены достижения института I.C.T.C.M. в области металлических поверхностей, в прошлом и теперь, и даются направления деятельности и трудные вопросы, которые должны быть решены на дальнейший период. Определено также сотрудничество с различными предприятиями и институтами в целях осуществления разных задач.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 2—3, 10 табл., 6 лит.

ДК: 621.79.026

Ристеа, Иоланда, Григориу, А.: **Современные технологии и установки заготовки поверхностей металлических деталей путем мойкиобезжиривания**

С целью удаления примесей с поверхностей деталей, авторы ориентировались к приоритетной разработке двух технологий обезжиривания, отвечающих на вопросы потребителей, т.е.: обезжирование органическими растворителями и мойка щелочными растворами. Для обезжиривания органическими растворителями реализовали типизацию установок и технологий обезжирования и регенерации растворителей. Для мойки щелочными расворами разработали типовую систему проектирования установок, основанную на концепции и опыта, накопленных в реализации оборудования мойки автомобилей ОЛТСИТ. Кроме этого, по линии использования высокоэффективных методов (обезжиривание органическими растворителями с ультразвуками) реализовали устранение импорта благодаря освоению Объединением атомной физики в Яссах ультразмукового оборудования.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 2—3, 6 рис., 4 табл., 6 лит.

ДК: 621.79.023

Неделкович, И., Кулда, И.: **Технологии и установки металлического и профильного листа очисткой дробьей**

В работе представлены принципы дробьевой зачистки, технология пассивации металлического и профильного листа с упором на технологиям и установках зачистки листов и профилей различных сосудов и узлов металлической конструкции, реализованных согласно проектам института I.C.T.C.M. на отдельных предприятиях в Румынии. Дается ряд соображении о выборе размеров дробьей, а также о расположении в оптимальной позиции центробежных выбрасывателей в зависимости от размеров и конфигурации деталей для зачистки.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 2—3, 8 рис., 3 табл., 5 лит.

ДК: 669.268.6

Маринеску, Антоанета: **Твердение хромированием крупных внутренних поверхностей, используя источники тока низкой напряженности**

Работа представляет изыскания и опыты в целях реализации метода твердения хромированием очень крупных цилиндрических поверхностей. Метод использует движущую анодную систему, содействующую применению пониженной напряженности тока — приблизительно одну треть той, используемой при известных классических методах, путем соответствующего снижения анодной поверхности. Полученные остатки — связывающие, с тонкой структурой, без поров и с очень высокой твердостью.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 2—3, 3 рис., 10 лит.

ДК: 669.248.6

Андонианц, Г.: **Электпоостатки никеля в толстых слоях, используемые в техники ковки**

Одно из применений покрытый никелем — реализация защиты стальных деталей против явления их обезуглероживания, имеющего место во время ковки. Полезность такой защиты зависит от осуществления исключительной сцепляемости между основного металла и никелевым защищающим слоем и от характеристик никелевого слоя. Опытные работы вели к реализации специфической технологии обработки основного металла в зависимости от его природы, к выбору соответствующего электролита и технологических параметров никелирования, что содействовало получению соответствующей защиты стали для ковки против явления обезуглероживания.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 2—3, 2 рис., 2 табл., 4 лит.

ДК: 541.13

Роман, Лиана: **Металлические осаждения, полученные электрохимическим путем**

В работе дается метод реализации ряда поверхностных слоев бронзы на стальных деталях, путем электролитических осаждений сплава Cu—Sn, за которыми следует термическая обработка диффузии. Статья дает примеры электролитов, используемых для осаждения сплава и параметров осаждений, а также соображения о кристаллической структуре, микроструктуре и характеристиках полученного слоя.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 2—3, 7 рис., 2 табл., 6 лит.

ДК: 541.13

Бай, Эмилия: **Вклад в изучение механизма химического и электрохимического осаждения тонкослоистой структуры**

Статья представляет изучение химического и электрохимического осаждения тонкослоистой структуры, используемого в функциональной и защитно-декоративной цели на основе механизма редукции. На основе изученных примеров (сплавы с фосфором и бором) стало возможным определение путей направления процесса к получению ряда специфических показателей, как: блеск, прочность, износостойкость и прочность к трению и коррозии, и т.д., с непосредственными последствиями над областями применения.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 2—3, 7 рис., 12 лит.

ДК: 541.13

Кёниг-Джорджеску, Лилиана: **Вклад в реализацию химической защиты нержавеющей стали**

Статья представляет процесс химической защиты нержавеющей стали в условиях корреляции состава основного материала с составом и технологическими параметрами решений подготовки-пассивации. Даются также специфические для проверки качества тесты, т.е.: последовательность плёнки, прочность к коррозии, загрязнение железом.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 2—3, 2 рис., 4 табл., 7 лит.

CZ : 541.13

Blidariu, Marioara, Sachian, Ar : **Depunerea de aliaj Sn—Pb cu aplicabilitate în tehnologia contactelor electrice**

Articolul se referă la procedeul de realizare a depunerilor sudabile de aliaj Sn—Pb pe cale electrolitică, pe sîrma de cupru destinată confecționării terminalelor componentelor electronice, pe un utilaj proiectat și executat în cadrul ICTCM. Sînt prezentate performanțele calitative superioare ale stratului de aliaj Sn—Pb realizat și în special foarte buna capacitate de sudabilitate, precum și avantajele de ordin economic obținute prin aplicarea noului procedeu.

Construcția de mașini, 36 (1934), nr. 2—3, 6 fig., 1 tab., 5 ref. bibl.

CZ : 621.52:338

Gavăt, Rodica, Simionuc, Gabriela : **Economia de apă la operațiile de pregătire a suprafeței din atelierele de acoperiri metalice**

Articolul prezintă rezultatele studiilor și experimentărilor de raționalizare a consumului de apă, prin automatizarea alimentării cu apă proporțional cu producția liniilor tehnologice la un moment dat. Lucrarea stabilește criterii determinate experimental de realizare a automatizării.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 2—3, 6 fig., 2 tab., 4 ref. bibl.

CZ . 628.543

Pătrașcu, Rodica, Dumitrescu, M.: **Utilizarea schimbătoarelor de ioni, românești, la recuperarea metalelor din apele reziduale galvanice**

Lucrarea prezintă experimentările efectuate privind posibilitățile de utilizare a schimbătorilor de ioni, românești, pentru recuperarea metalelor din apele reziduale provenite de la atelierele de acoperiri metalice. Pe baza rezultatelor experimentărilor s-au elaborat tehnologii industriale de recuperare din apele de spălare a aurului, cu rășină anionitică Vionit AT-1, a argintului cu rășini anionitice Vionit AT-14 și Vionit AS-14, precum și a cromului — sub formă de acid cromic — cu ajutorul rășinii cationitice Vionit CS-34, din electroliți uzați și din ape de spălare concentrate.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 2—3, 6 fig., 4 tab., 6 ref. bibl.

CZ : 628.543

Asenov, Al., Dimcev, D.: **Recuperarea cromului din apele reziduale**

În articol se studiază problema recuperării cromului hexavalent din apele reziduale. S-au făcut cercetări privind metoda cu schimbători de ioni pentru recuperarea bicromaților din apele reziduale, în condiții dinamice, precum și cercetări cu rășini sintetice corespunzătoare. Pe baza rezultatelor obținute, s-au stabilit ecuații pentru acțiunea de protecție a rășinilor, în funcție de înălțimea stratului de sorbție și de viteza fluidului. S-a cercetat o tehnologie pentru recuperarea cromului din apele reziduale.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 2—3, 2 fig., 3 tab., 10 ref. bibl.

CZ : 628.543

Asenov, Al., Dimcev, D.: **Denocivizarea fotochimică a apelor reziduale ce conțin crom**

În lucrare se studiază problema denocivizării fotochimice a apelor reziduale ce provin de la atelierele galvanice și care conțin crom hexavalent, utilizînd formaldehida ca agent de reducere. S-au făcut cercetări pentru stabilirea domeniului optim de concentrație a formaldehidei, în funcție de pH-ul soluției și de concentrația inițială a cromului hexavalent, precum și a influenței duratei fluxului radiației luminoase asupra acestor parametri.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 2—3, 7 fig., 14 ref. bibl.

CZ : 621.793

Popescu, E., Ilie, E.: **Evoluții în domeniul echipamentelor și instalațiilor de acoperiri metalice**

Perfecționarea echipamentelor și instalațiilor de acoperiri metalice se concentrează în special în direcția creșterii gradului de mecanizare și automatizare, a introducerii unor sisteme de programare flexibile, capabile să controleze desfășurarea pe aceeași instalație, a mai multor fluxuri tehnologice, cît și în direcția economisirii de materiale și energie. Sînt prezentate cîteva echipamente noi și soluții moderne în construcția liniilor de acoperiri metalice, care duc la mărirea productivității muncii și la reducerea activității umane în mediul nociv din atelierele de galvanizare. În încheiere, sînt menționate realizările I.C.T.C.M. în domeniul tipizării utilajelor de acoperiri metalice și efectele economice obținute.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 2—3, 7 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 620.197

Pițurescu, I., Coteț, Domnica, Dorin, E.: **Protecția catodică-tehnologie modernă de protecție anticorozivă a structurilor metalice**

În lucrare se abordează tehnologia și aplicațiile protecției catodice, ca metodă de protecție anticorozivă a structurilor metalice. Se prezintă criteriile de protecție catodică, precum și rezultatele experimentale obținute de I.C.T.C.M. prin aplicarea protecției catodice la protejarea conductelor de irigații și a sistemelor imersate în apă de mare.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 2—3, 7 fig., 3 tab., 4 ref. bibl.

CZ : 541.13

Coteț, Domnica, Ilie, E., Coteț, G.: **Instalație automată, de tip VIBROBOT, pentru tratamentul electrochimic al pieselor în vrac**

Instalația prezentată, realizată de I.C.T.C.M. pentru întreprinderile „Flamura Roșie" Sibiu și I.O.L. Arad, efectuează tratarea electrochimică a suprafețelor metalice ale pieselor de dimensiuni mici. Caracteristică acestei instalații este deplasarea electrolitului în cuva de lucru, în care se află coșul cu piesele ce urmează a fi supuse procesului tehnologic. Procesul tehnologic este perforat pe bandă de calculator, iar citirea se realizează cu cititorul de bandă LB 50.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 2—3, 2 fig., 2 ref. bibl.

DC : 541.13

Blidariu, Marioara, Sachian, Av.: **Deposition of Sn—Pb Alloy Applied to the Electric Contacts Technology**

The paper deals with the method of electrolytically achieving Sn—Pb alloy weldable deposits an the copper wire designed for the manufacture of electronic components terminals. The equipment used is designed and made within I.C.T.C.M. The high quality performances are presented of the Sn—Pb alloy coat, besides the good welding capacity, as well as the economic advantages obtained by applying the new method.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 2—3, 6 fig., 1 table, 5 bibl. papers

DC : 621.52:338

Gavăt, Rodica, Simionuc, Gabriela : **Water Saving in Surface Preparing Operations Performed by Metal Coating Workshops**

The paper present the results of the studies and experiments concerning the water consumption rational use by an automated water supply proportionally with the production of the technological lines at a given moment. The paper establishes automation criteria experimentally determined.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 2—3, 6 fig., 2 tables, 4 bibl. papers

---

DC : 623.543

Pătraşcu, Rodica, Dumitrescu, M. : **The Use of Romanian Ion Exchangers for Recovering Metals from Galvanic Waste Waters**

The paper presents the experiments made for establishing the possibility to use Romanian ion exchangers for recovering metals from the waste waters resulting from metal coating workshops. Starting from the experimental results, industrial technologies were worked out for the recovery of gold by Vionit AT-1 anion-exchange resin, of silver by Vionit AT-14 and Vionit AS-14 anion-exchange resins and of chromium under the form of chromic acid by means of Vionit CS-34 cation-exchange resin from waste electrolytes and from concentrated washing waters.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 2—3, 6 fig., 4 tables, 6 bibl. papers

---

DC : 628.543

Asenov, Al., Dimcev, D. : **Chromium Recovery from Waste Waters**

The paper undertakes a study into the recovery of sexavalent chromium from waste waters. The research carried out referred to the method using ion exchangers for the recovery of bichromates from waste waters under dynamic conditions, as well as to corresponding synthetic resins. Starting from the results obtained, equations were stablished for the resins protection action function of the sorption layer height and the fluid speed. A technology was moreover studied for recovering chromium from waste waters.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 2—3, 2 fig., 3 tables, 10 bibl. papers

---

DC : 623.543

Asenov, Al., Dimcev, D. : **Photochemical Removal of Noxious Agents from Waste Waters Containing Chromium**

The paper undertakes a study concerning the photochemical removal of noxious agents from the waste waters containing sexavalent chromium and coming from galvnic coating workshops using formaldehyde as reduction agent. Researches were carried out for establishing the best concentration range of formaldehyde, function of the solution pH and of the initial concentration of sexavalent chromium, as well as of the influence of the light radiaton flow duration upon these parameters.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 2—3, 7 fig., 14 bibl. papers

DC : 621.793

Popescu, E., Ilie, E. : **Evolutions in the Field of Metal Coating Equipment and Installations**

Improvements of metal coating equipment and installations mainly refer to an increased mechanizing and automation degree, to the introduction of flexible programming systems able to control several technological flows performed by the same installation, as well as to the raw materials and power ctuts. Several new equipments and modern solutions for the design of metal coating lines are presented conducive to increased labour productivity and reduced human activities performed in the noxious environnment of galvanization workshops. In conclusion, the paper mentions the I.C.T.C.M. achievements in the sphere of standardized meal coating equipment and the economic effects obtained.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 2—3, 7 fig., 5 bibl. papers

---

DC : 620.197

Piţurescu, I., Coteţ, Domnica, Dorin. E. : **Cathodic Protection — Modern Technology of Metal Structures Corrosionproof Protection**

The paper deals with the technology and use of cathodic protection, as a method of metal structures corrosionproof protection. The cathodic protection criteria are presented, as well as the experimental results obtained by I.C.T.CM. by applying the cathodic protection to the irrigation pipelines and to the systems immersed into salt water.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 2—3, 7 fig., 3 tables, 4 bibl. papers

---

DC : 541.13

Coteţ, Domnica, Ilie, E., Coteţ, G. : **VIBROBOT Automated Installation for the Electrochemical Treatment of Bulk Components**

The installation presented is achieved by I.C.T.C.M. for the „Flamura Roşie" — Sibiu and I.O.I. — Arad enterprises and performs the electrochemical surface treatment of small metal components. The installation is characterized by the electrolyte movement in the operating vat containing the basket with the components to be treated. The relevant technological process is punched on a paper tape and a LB 50 paper tope reader is used for reading.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 2—3, 2 fig., 2 bibl. papers

---

CD : 541.13

König-Georgescu, Liliana : **Contributions à la réalisation de la protection chimique des aciers inoxydables**

L'article présente le processus de protection chimique des aciers inoxydables, dans les conditions d'une corrélation de la composition du matériau de base avec la composition et les paramètres technologique des solutions de préparation-passivation. On décrit également les tests spécifiques effectués en vue de vérifier la qualité, c'est-à dire la continuité de la pellicule, la résistance à la corrosion, la contamination avec le fer.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 2—3, 2 fig., 4 tabl., 7 réf.

CD : 541.13

Blidariu, Marioara, Sachian, Av. : **Depôt de l'alliagé Sn—Pb, applicable à la technologie des contacts électriques**

L'article se rèfère au procédé de réalisation, par voie électrolytique, des dépôts soudables d'alliage Sn—Pb sur le fil de cuivre restiné à la confection des terminaux des composants électroniques ; à cet effet, on a utilisé un outillage conçu et exécuté dans le cadre de l'I.C.T.C.M. On présente les performances qualitatives supérieures de la couche d'alliage Sn—Pb obtenue et surtout la très bonne capacité de soudabilité, ainsi que les avantages d'ordre économique décolant de l'application de ce nouveau procédé.

Construcţia de maşini, 36 (1934), no. 2—3, 6 fig., 1 tabl., 5 réf.

CD : 621.52:338

Gavăt, Rodica, Simionuc, Gabriela : **L'économie d'eau aux opérations de préparation de la surface, dans les ateliers de recouvrements métalliques**

L'article présente les résultats des études et des expérimentation concernant la rationalisation de la consommation d'eau dans les ateliers de recouvrements métalliques ; il s'agit de l'alimentation automatique en eau proportionnellement à la production des lignes technologiques à un moment donné. L'ouvrage offre des critères, déterminés expérimentalement, permettant de réaliser cette automatisation.

Construcţia de maşini, 36 (1934), no. 2—3, 6 fig., 2 tabl., 4 réf.

CD : 628.543

Pătraşcu, Rodica, Dumitrescu, M. : **Utilisation des échangeurs d'ions, de fabrication roumaine, à la récupération des métaux contenus dans les eaux résiduaires galvaniques**

L'ouvrage présente les expérimentations effectuées concernant les possibilités d'utiliser les échangeurs d'ions, de fabrication roumaine, à la récupération des métaux contenus dans les eaux résiduaires provenant des ateliers de recouvrements métalliques. Les résultats de ces expérimentations ont permis d'élaborer la technologie industrielle de récupération : de l'or des eaux de lavage, à l'aide de la résine anionique Vionit AT-1 ; de l'argent avec les résines anioniques Vionit AT-14 et Vionit AS-14 ; du chrome — sous forme d'acide chromique, à l'aide de la résine cationique Vionit CS-34, à partir d'électrolytes usés et des eaux de lavage concentrées.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 2—3, 6 fig., 4 tabl., 6 réf.

CD : 628.543

Asenov, Al., Dimcev, D. : **Récupération du chrome des eaux résiduaires**

L'article étudie le problème de la récupération du chrome hexavalent des eaux résiduaires. On a effectué des recherches concernant la méthode à échangeurs d'ions, en vue de récupérer les bichromates des eaux résiduaires, dans des conditions dynamiques, ainsi que des recherches avec des résines synthétiques correspondantes. En vertu des résultats obtenus, on a établi des équations pour l'action de protection des résines, en fonction de la hauteur de la couche de sorption et de la vitesse du fluide. On a également étudié une technologie permettant de récupérer le chrome des eaux résiduaires.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 2—3, 2 fig., 3 tabl., 10 réf.

CD : 628.543

Asenov, Al., Dimcev, D. : **Dénocivisation photochimique des eaux résiduaires contenant du chrome**

L'ouvrage étudie le problème concernant la dénocivisation photochimique des eaux résiduaires, provenant des ateliers galvaniques, et qui contiennent le chrome hexavalent ; on a utilisé à cet effet l'aldéhyde formique à titre d'agent de réduction. Les recherches ont porté sur l'établissement du domaine de concentration optimale de l'aldéhyde formique, en fonction du pH de la solution et de la concentration initiale du chrome hexavalent, ainsi que sur l'influence exercée par la durée du flux de la radiation lumineuse sur ces paramètres.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 2—3, 7 fig., 14 réf.

CD : 621.793

Popescu, E., Ilie, E. : **Evolutions dans le domaine des équipements et des installations servant aux recouvrements métalliques**

Le perfectionnement des équipements et des installations servant aux recouvrements métalliques est concentré surtout sur la hausse du **degré** de **mécanisation et d'automatisation,** sur l'adoption de **systèmes de programmation** flexibles, capables de contrôler le déroulement de plusieurs fluj technologiques sur la même installation, et sur **l'économie** de matériaux et d'énergie. On présente une série **d'équipements nouveaux et de solutions modernes** adoptées à la construction des lignes de recouvrements métalliques, capables d'accroître la productivité du travail et de réduire l'activité humaine dans l'environnement nocif des ateliers de galvanisation. Finalement, on mentionne les réalisations de l'I.C.T.C.M. dans le **domaine de la standardisation des outillages servant aux recouvrements métalliques** et les effets économiques obtenus.

Construcţia de maşini, 36 (1934), no. 2—3, 7 fig., 5 ref.

CD : 620.197

Piţurescu, I., Coteţ, Domnica, Dorin, E. : **La protection cathodique — une technologie moderne de protection anticorrosive des structures métalliques**

L'ouvrage s'occupe de la technologie et des applications de la protection cathodique en tant que méthode de protection anticorrosive des structures métalliques. On présente les critères de la protection cathodique, ainsi que les résultats des expérimentations effectuées à l'I.C.T.C.M. en appliquant la protection cathodique aux conduits d'irrigation et aux systèmes immergés dans l'eau de mer.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 2—3, 7 fig., 3 tabl., 4 réf.

CD : 541.13

Coteţ, Domnica, Ilie, E., Coteţ, G. **Installation automatique, type VIBROBOT, pour le traitement électrochimique des pièces en vrac**

Réalisée par l'I.C.T.C.M. pour les entreprises „Flamura Roşie" de Sibiu et „I.O.I." d'Arad, l'installation présentée effectues la traitement électrochimique de la surface métallique des pièces de petites dimensions. La caractéristique de cette installation c'est le déplacement de l'électrolyte dans le cuve de travail contenant le panier avec les pièces à soumettre au processus technologique. Le processus technologique est perforé sur une bande de calculatrice, la lecture est réalisée à l'aide du lecteur de bande LB 50.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 2—3, 2 fig., 2 réf.

DK : 541.13

Köning-Georgescu, Liliana: **Einige Beiträge zur Erzielung der chemischen Beschichtung von rostbeständigen Stählen**

Im Beitrag wird der Prozeß der chemischen Beschichtung von rostbeständigen Stählen unter den Bedingungen der Korrelation zwischen der Zusammensetzung des Grundwerkstoffes und der Zusammensetzung und den technologischen Parametern der Lösungsmittel zur Vorbehandlung und zum Passivieren beschrieben. Angegeben werden ebenfalls, die für die Überprüfung der Qualität spezifischen Teste, bzw. die lückenlose Bildung des Films, die Rostbeständigkeit, die Eisenverseuchung.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 2—3, 2 Fig., 4 Tab., 7 Lit.

DK : 541.13

Blidariu, Marioara, Sachian, Av.: **Die Abscheidung der Sn-Pb-Legierung mit Anwendung in der Technologie der elektrischen Kontakte**

Der Beitrag bezieht sich auf dem Verfahren zur elektrolytischen Durchführung der schweißbaren Abscheidungen der Sn-Pb-Legierung auf den Kupferdraht, der zur Anfertigung der Terminals elektronischer Komponenten dient, das auf einer von ICTCM entwickelten und ausgeführten Anlage angewandt wurde. Es werden auch die hochwertigen Eigenschaften der abgeschlagenen Sn-Pb-Legierungsschicht und vor allem die gute Schweißbarkeit sowie die wirtschaftlichen Vorteile, die durch die Anwendung des neuen Verfahrens erzielt wurden, präsentiert.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 2—3, 6 Fig., 1 Tab., 5 Lit.

DK : 621.52:338

Gavăt, Rodica, Simionuc, Gabriela: **Die Wassereinsparnis bei der Vor-Behandlung der Oberflächen in den Werkstätten zur Ausführung von Metallüberzügen**

Im Beitrag werden die Ergebnisse der Untersuchungen und der Versuche zur Rationalisierung des Wasserverbrauchs durch die automatische Wasserzuführung im Verhältnis zur Produktion der technologischen Straße zu einem gegebenen Zeitpunkt präsentiert. Es werden auch die experimentell ermittelten Kriterien für die Durchführung der Automatisierung festgestellt.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 2—3, 6 Fig., 2 Tab., 4 Lit.

DK : 628.543

Pătraşcu, Rodica, Dumitrescu, M.: **Die Verwendung rumänischer Ionenaustauscher zur Rückgewinnung der Metalle aus den galvanischen Abwässern**

Im Beitrag werden die Versuche präsentiert, hinsichtlich der Möglichkeiten, rumänische Ionenaustauscher zur Rückgewinnung der Metalle aus den Abwässern, die in den Werkstätten zur Ausführung von Metallüberzügen anfallen, einzusetzten. Aufgrund der experimentell erzielten Ergebnisse wurden Technologien entwickelt zur industriemäßigen Aufarbeitung des Goldes aus dem Auswaschwasser mit dem anionhaltigen Harzen Vionit AT-1, des Silbers mit den anionhaltigen Harzen Vionit AT-14 und Vionit AS-14 wie auch des Chroms in Form von Chromsäure mit Hilfe des kationhaltigen Harzes Vionit CS-34 aus Altelektrolyten und aus konzentrierten Auswaschwassern.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 2—3, 6 Fig., 4 Tab., 6 Lit.

DK : 628.543

Asenov, Al., Dimcev, D.: **Die Chromrückgewinnung aus Abwässern**

Im Beitrag wird das Problem der Rückgewinnung des sechswertigen Chroms aus Abwässern behandelt. Es wurden Untersuchungen durchgeführt hinsichtlich des Verfahrens, das Ionenaustauscher zur Rückgewinnung von Dichromaten an Abwässern unter dynamischen Bedingungen verwendet, wie auch Forschungen, die entsprechende Syntheseharze verwenden. Aufgrund der erzielten Ergebnisse wurden Gleichungen für das Harzschutzverfahren — je nach Höhe der Sorbtionsschicht und Geschwindigkeit der Flüssigkeit — festgelegt. Es wurde eine Technologie zur Chromrückgewinnung aus Abwässern untersucht.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 2—3, 2 Fig., 3 Tab., 10 Lit.

DK : 628.543

Asenov, Al., Dimcev, D.: **Die photochemische Entgiftung von chromhaltigen Abwässern**

Im Beitrag wird das Problem der photochemischen Entgiftung der in Galvanisierungswerkstätten anfallenden Abwässer, die sechswertiges Chrom enthalten, unter Anwendung von Formaldehyd als Reduktionsmittel, untersucht. Es wurden Forschungen durchgeführt, um den optimalen Bereich für die Konzentration von Formaldehyd — je nach dem pH-Wert der Lösung und der Anfangskonzentration an sechswertigem Chrom —, wie auch um den Einfluß des Lichstrahlenflusses auf diese Parameter zu ermitteln.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 2—3, 7 Fig., 14 Lit.

DK : 621.793

Popescu, E., Ilie, E.: **Die Entwicklung im Bereich der Ausrüstungen und Anlagen zur Ausführung von Metallüberzügen**

Die Weiterentwicklung der Ausrüstungen und Anlagen zur Ausführung von Metallüberzügen stellt im Mittelpunkt vor allem die Hebung des **Mechanisierungs — und Automatisierungsgrades,** die Einführung von **flexiblen Programmierungssystemen,** die fähig sind, die Abwicklung mehrerer technologischer Flüsse auf einer Anlage zu steueren, wie auch die **Werkstoffund Energieeinsparung.** Beschrieben werden einige **neue Anlagen und moderne Lösungen** für den Bau der Straßen zur Ausführung von Metallüberzügen, die zur Steigerung der Arbeitsproduktivität und zur Herabsetzung der vom Menschen ausgeführten Tätigkeit in der gesundheitsgefährdenden Atmosphäre in den Galvanisierungswerkstätten führen. Abschließend werden die von ICTCM im Bereich der **Typisierung der Ausrüstungen zur Ausführung von Metallüberzügen** erzielten Leistungen wie auch die wirtschaftlichen Effekte angeführt.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 2—3, 7 Fig., 5 Lit.

DK : 620.197

Pițurescu, I., Coteț, Domnica, Dorin, E.: **Der Katodenschutz — ein modernes techologisches Verfahren zur Korrosionsschutzbehandlung von Metallstrukturen**

Im Beitrag wird die Technologie und die Anwendungen des Katodenschutzes als Methode zur Korrosionsschutzbehandlung von Metallstrukturen behandelt. Präsentiert werden die Kriterien für den Katodenschutz wie auch die von ICTCM experimentell, durch die Anwendung des Katodenschutzes bei der Behandlung der Bewässerungsleitungen und der in Seewasser getauchten Systeme, erzielten Ergebnisse präsentiert.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 2—3, 7 Fig., 3 Tab., 4 Lit.

DK : 541-13

Coteț, Domnica, Ilie, E., Coteț, G.: **Automatische Anlage vom Typ VIBROT für die elektrochemische Behandlung loser Werkteile**

Die beschriebene Anlage, die von ICTCM für die Betriebe Flamura Roșie in Sibiu und IOI in Arad gebaut wurde, dient zur elektrochemischen Behandlung von Metalloberflächen der Werkteile kleiner Abmessungen. Kennzeichnend für diese Anlage ist die Bewegung des Elektrolyts im Arbeitsbehälter, in dem sich der Korb befindet, der die Werkteile enthält, die dem technologischen Verfahren unterzogen werden müssen. Der technologische Prozeß ist auf dem Lochband eines Rechners gespeichert und das Ablesen erfolgt mittels des Bandlesegeräts LB 50.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 2—3, 2 Fig., 2 Lit.

ДК : 541.13

Блидариу Марюара, Сакиан, Ар: **Осаждение сплава Sn—Pb с применением в технологии электроконтакта**

Статья касается метода реализации сварочных осаждений сплава Sn—Pb электролитическим путем, на медной проволоке, предназначеной для изготовления конечников электроннокомпонентов, на оборудование, запроектированном и изготовленном в рамках института I.C.T.C.M. Представлены высокие качественные показатели слоя сплава Sn—Pb и главным образом очень хорошее свойство сваривания, а также выгоды экономического порядка, полученные применением нового метода.

Construcția de mașini, 36 (1984),
н. 2—3, 6 рис., 1 табл., 5 лит.

ДК : 621.52 : 338

Гавэц, Родика, Симионук, Габриела: **Экономия воды при операциях подготовки поверхности в мастерских металлических покрытий**

Статья представляет результаты изысканий и опытных работ рационализации расхода воды путем автоматизации снабжения водой пропорционально продукции технологических линий в данный момент. Работа дает опытно определенные критерии по реализации автоматизации.

Construcția de mașini, 36 (1984),
н. 2—3, 6 рис., 2 табл., 4 лит.

ДК : 628.543

Пэтращку, Родика, Думитреску, М.: **Применение румынских ионообменников при рекуперации металлов из гальванических остаточных вод**

Работа представляет опытные работы о возможности применения румынских ионообменников при рекуперации металлов из остаточных вод от мастерских металлического покрытия. На основе опытных результатов разработали промышленные технологии рекуперации из вод мойки золота анионитовой смолой Вионит АТ—1, серебра анионитовой смолой Вионит АТ—14 и Вионит AS—14, а также хрома в виде хромовой кислоты путем катионовой смолы Вионит CS —34, из изношенных электролитов и из сконцентрированных моющих вод.

Construcția de mașini, 36 (1984),
н. 2—3, 6 рис., 4 табл., 6 лит.

ДК : 628.543

Асенов, Ал., Димчев, Д.: **Рекуперация хрома из остаточных вод**

В статье изучается вопрос рекуперации шестивалентного хрома из остаточных вод. Изучали метод ионообменниками для рекуперации двухромовых составных из остаточных вод, в динамических условиях, а также испытали соответствующие синтетические смолы. На основе полученных результатов определили уравнения для защиты смол, в зависимости от высоты слоя поглощения и от скорости летучего. Изучали технологию рекуперации хрома из остаточных вод.

Construcția de mașini, 36 (1984),
н. 2—3, 2 рис., 3 табл., 10 лит.

ДК : 628.543

Асенов, Ал., Димчев, Д.: **Фотохимическое обезвреживание остаточных вод, содержащих хром**

В работе изучают вопрос фотохимического обезвреживания остаточных вод от гальванических мастерских и содержащих шестивалентный хром, используя формальдегид в качестве редукционного агента. Изучали определение оптимальной области концентрации формальдегида в зависимости от pH раствора и первичной концентрации шестивалентного хрома, а также влияние продолжительности потока светной радиации на эти параметры.

Construcția de mașini, 36 (1984),
н. 2—3, 7 рис., 14 лит.

ДК : 621.793

Попеску, Е., Илие, Е.: **Эволюция в области оборудования и установок металлического покрытия**

Совершенствование оборудования и установок металлического покрытия направлено главным образом к повышению **степени механизации и автоматизации,** внедрению ряда **систем гибкого программирования,** способных контролировать осуществление на той же установке многих технологических потоков, а также к **экономии материалов и энергии.** Представлен ряд **нового оборудования и современных решений** в строительстве линий по металлическому покрытию, ведущих к повышению производительности труда и снижению человеческой деятельности в вредной среде мастерских по гальванизации. В заключении, даются достижения института I.C.T.C.M. в **области типизации оборудования по металлическому покрытию** и полученные экономические результаты.

Construcția de mașini, 36 (1984),
н. 2—3, 7 рис., 5 лит.

ДК : 620.197

Пицуреску, И., Котец, Домника, Дорин, Е. : **Катодная защита — современная технология противокоррозийной защиты металлических структур**

В работе трактуются технология и применения катодной защиты, как метод противокоррозийной защиты механических структур. даются критерии катодной защиты, а также полученные институтом I.C.T.C.M. опытные результаты, применение катодной защиты для защиты ирригационных проводов и погруженных в морской воде систем.

Construcția de mașini, 36 (1984),
н. 2—3, 7 рис., 3 табл., 4 лит.

ДК : 541.3

Котец, Домника, Илие, Е., Котец, Е. : **Автоматическая установка типа ВИБРОБОТ для электрохимической обработки навалочных деталей**

Представленная установка, реализованная в рамках I.C.T.C.M. для предприятий „Фламура Рошие" — Сибиу и „И.О.И." — Арад, обеспечивает электрохимическую обработку металлических поверхностей деталей небольших размеров. Характеристика этой установки — это перемещение электролита в рабочем резервуаре, в котором находится масса деталей, подвергаемых технологическому процессу. Этот последний маркирован на перфоленте Э В М, а чтение обеспечивает читатель ленты L B 50.

Construcția de mașini, 36 (1984),
н. 2—3, 2 рис., 2 лит.

ATTENTION !

Foreign readers can subscribe through ILEXIM — Serviciul export-import presă. P.O. Box. 136—137— telex : 11226, București, str. 13 Decembrie, nr. 3

ACHTUNG !

Ausländische Leser können sich abonnieren durch ILEXIM — Serviciul export-import presă. P.O. Box 136—137 — telex : 11226, București, str. 13 Decembrie, nr. 3.

ATTENTION !

Les lecteurs étrangèrs de la revue pourront prendre des abonaments par ILEXIM — Serviciul — export-import presă P.O. Box 136—137 — telex : 11226, București, str. 13 Decembrie, nr. 3.

ВНИМАНИЕ !

Читатели иностранных стран могут абонироваться при ILEXIM — Serviciul export-import presă. P.O. Box 136—137 — telex : 11226, București, str. 13 Decembrie, nr. 3.

Revista „CONSTRUCȚIA DE MAȘINI", organ al Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini din Republica Socialistă România. Redacția la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcțiilor de mașini, cu sediul în București, Calea Victoriei 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poștal la ICTCM, șos. Olteniței nr. 105, București, sector 4, pentru revista „Construcția de mașini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Ploiești" str. Transilvaniei, nr. 29.

CZ : 620.197

Realizări și tendințe în domeniul protecției suprafețelor metalice

Ing. Dan **POPOVICI** — I.C.T.C.M. București

Coroziunea (flagelul secolului deoarece pagubele provocate de ea sînt enorme) este un rău general care nu cruță nici o regiune și nici o țară fiind aproximativ proporțională cu potențialul industrial al țării respective. Lupta împotriva coroziunii înseamnă limitarea pagubelor provocate, economisirea metalului și materiei prime și, indirect, a manoperei și a timpului necesar pentru realizarea unui produs.

Dificultățile întîlnite în rezolvarea problemelor de coroziune provin, în general, din cunoașterea incompletă a elementelor care intervin în procesul de coroziune. Este necesar ca, încă din faza de concepție, în laboratorul cercetătorului, pe planșeta proiectantului (prin alegerea materialelor și formei pieselor, prin studiul probabil al condițiilor de exploatare și întreținere, a mediului mai mult sau mai puțin corosiv) să se identifice natura fenomenelor de coroziune și să se găsească din nenumăratele mijloace de protecție, sistemul cel mai convenabil și economic.

Ritmul intens de dezvoltare al industriei constructoare de mașini, diversificarea produselor și mărirea volumului acestora destinate exportului, precum și creșterea competitivității lor pe plan mondial au impus, și la noi în țară, dezvoltarea domeniului pentru protecția împotriva coroziunii suprafețelor, respectiv a domeniilor :

— pregătirea mecanică ;
— pregătirea chimică prin spălare ;
— protecția prin acoperiri metalice ;
— protecția prin vopsire.

În domeniul instalațiilor de curățire mecanică, întreprinderea C.U.G. Cluj, în urma colaborării cu Institutul de Cercetări pentru Tehnologia Construcțiilor de Mașini (I.C.T.C.M.), începînd din anul 1981 a trecut la asimilarea în fabricație a sistemei de utilaje componente ale instalațiilor de curățire cu alice pe baza proiectelor tip elaborate de ICTCM (aruncătoare centrifugale sau peumatice de alice, filtre de aer, separatoare transportoare elicoidale, elevatoare, dispozitive de alimentare cu alice). Intreprinderea a fost dotată cu standuri de probă pentru încercarea componentelor enumerate mai sus.

În urma omologării și asimilării a acestor componente, întreprinderea C.U.G. Cluj, este astăzi principalul furnizor, din M.I.C.M., pentru instalații de alicare.

În tabelul 1 sînt redate direcțiile de acțiune atît pentru asimilarea tehnologiilor, cît și a sistemelor de instalații și componentelor.

Verificarea tehnologiilor ce se asimilează și determinarea parametrilor noilor instalații se efectuează în I.C.T.C.M., pe standurile de probă pentru alicare sau de ecruisare din laboratorul de specialitate (tabelul 1).

În domeniul instalațiilor de spălare, atît în vederea protecției anticorozive, cît și pentru diverse faze interoperaționale, I.C.T.C.M. a realizat, pentru OLTCIT Craiova, sisteme de mașini de spălat (cu solvenți organici și cu soluții alcaline), în colaborare cu I.M.UC. București întreprinderea executantă și furnizorul general pentru instalațiile livrate la OLTCIT.

În prezent, executantul principal și furnizorul general pentru instalațiile de spălare este I.M. Bistrița.

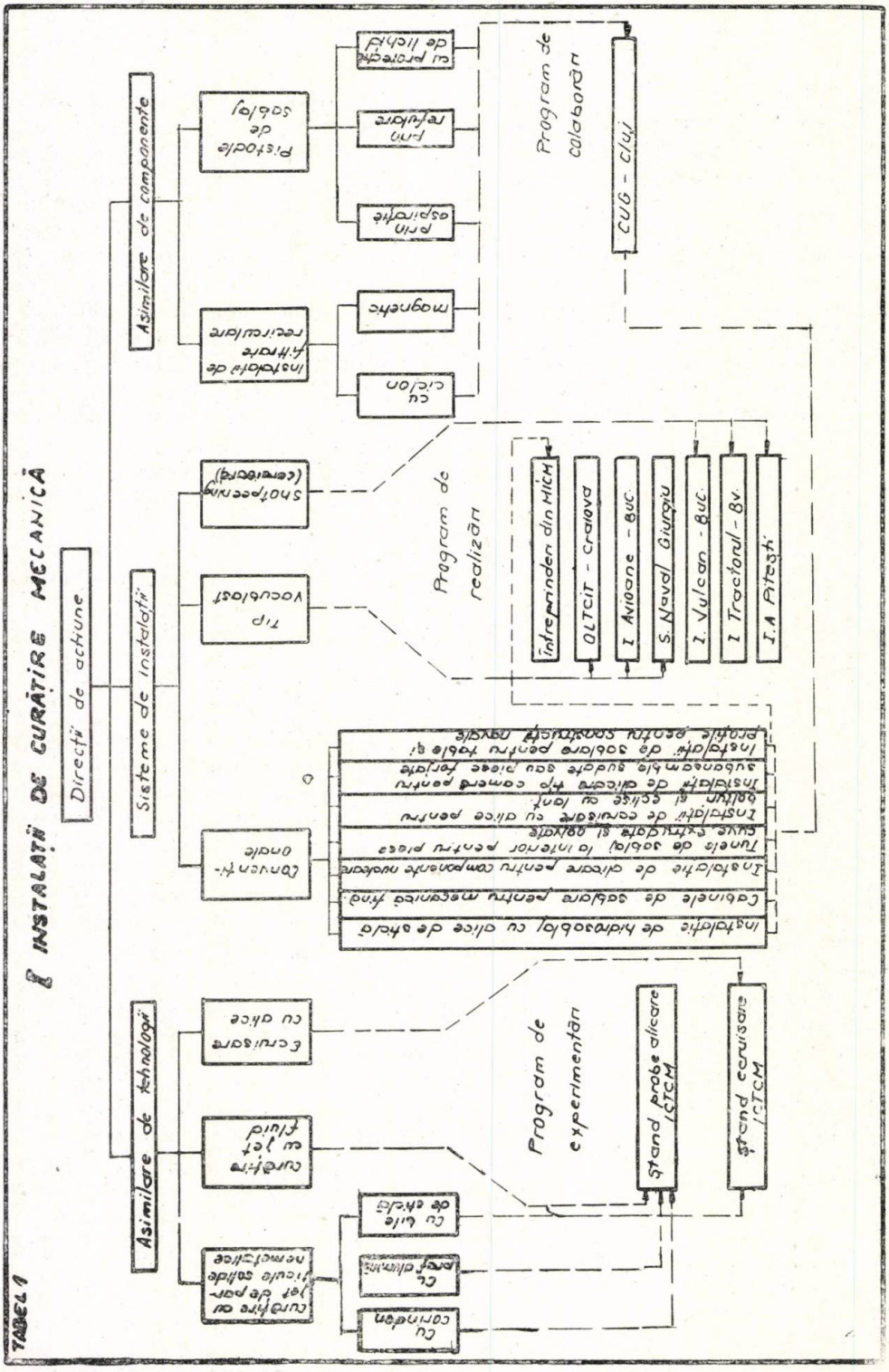
Direcțiile de acțiune în viitor pentru instalațiile de spălare și cîteva din întreprinderile unde vor fi implementate aceste instalații sînt redate în tabelul 2.

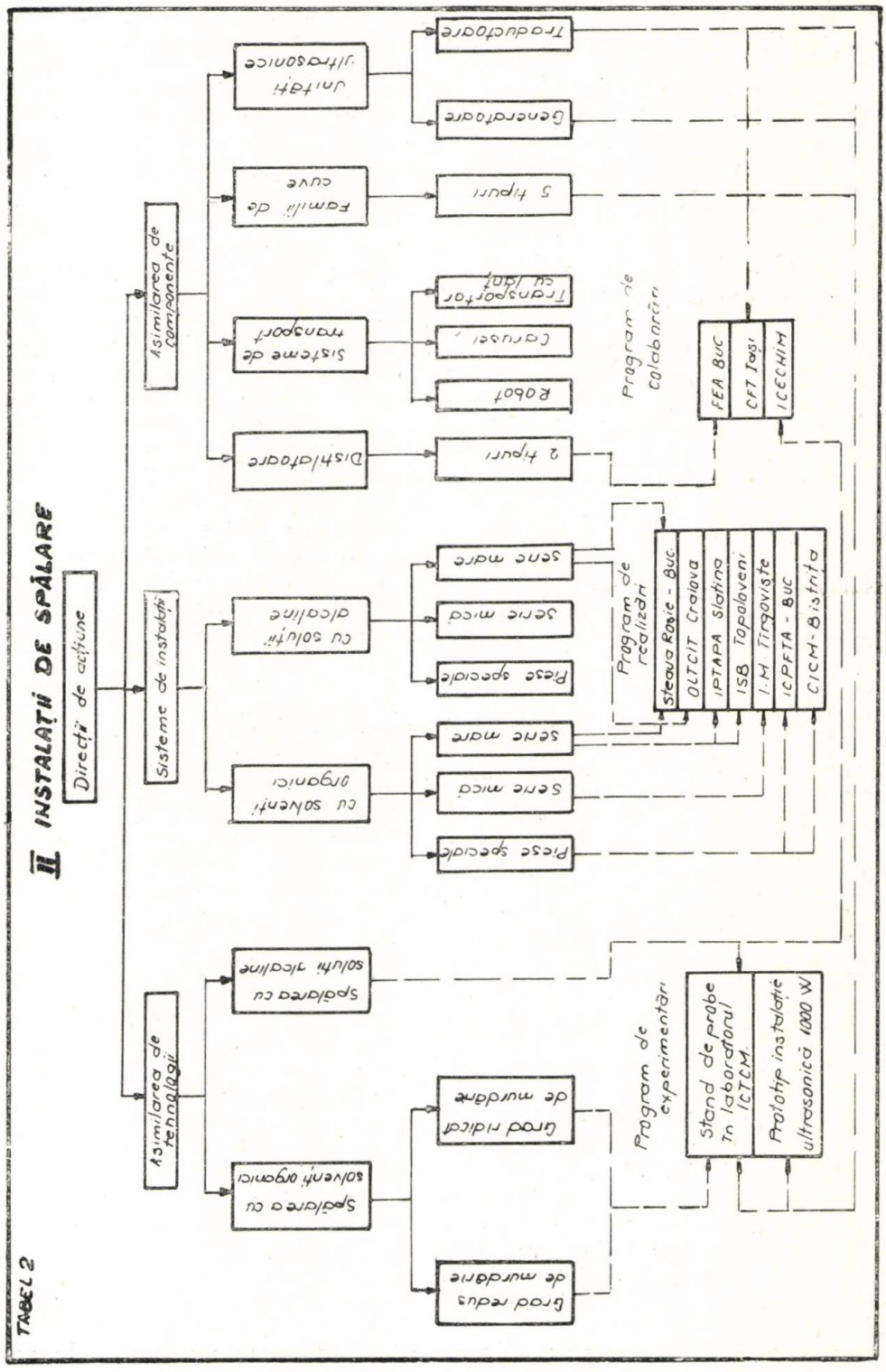
În domeniul protecției prin acoperiri metalice și prin vopsire, pînă în anul 1965—1966, majoritatea instalațiilor atît de acoperiri metalice cît și de vopsire pentru produsele importante ale industriei constructoare de mașini (autocamioane, tractoare, autoturisme) au fost importate de la Blavberg, Conning etc. (pentru acoperiri metalice) sau Olpi, Tunsini, Dryisis (pentru instalații de vopsire).

În perioada 1965—1975, aproape fiecare întreprindere din Ministerul Construcțiilor de Mașini a fost dotată cu cel puțin o linie pentru acoperiri metalice, sau cu cîte o instalație de vopsire, proiectate și executate în țară, avînd la bază tehnologii convenționale. Aceste instalații erau echipate cu aparatură de comandă, măsură și control, importată (programatoare termoregulatoare, palpatoare de presiune, supraveghetoare de flacără), sau cu echipamente de pulverizare (air-less, electrostatica) tot importate.

Proiectarea acestor instalații s-a făcut, pînă în 1974, la Institutul de Proiectări Construcții de Mașini (IPCM), apoi de către atelierele de specialitate din I.C.T.C.M.

În ultimii ani, compartimentul de cercetare-proiectare pentru protecția suprafețelor din I.C.T.C.M., a fost dotat cu laboratoare și instalații-pilot pentru experimentarea tehno-


TABEL 1
INSTALAȚII DE CURĂȚIRE MECANICĂ
Direcții de acțiune
Asimilare de tehnologii
Sisteme de instalații
Asimilare de componente
curățire cu jet de particule solide nemetalice
Cu corindon
Cu prof. aluminiș
Cu bile de sticlă
curățire cu jet fluid
Ecruisare cu alice
Convenționale
Instalație de hidrosablaj cu alice de sticlă
Cabinele de sablare pentru mecanică fină
Instalație de alicare pentru componente nucleare
Tunele de sablaj la interior pentru piese cuve, extrudate și oglyate
Instalații de ecruisare cu alice pentru bolturi și eclise cu lanț
Instalații de alicare tip cameră pentru subansamble sudate sau piese forjate
Instalații de sablare pentru table și profile pentru construcții navale
Tip vacublast
Shotpeening (cerceiuare)
Program de realizări
Întreprinderi din MICM
OLTCIT - Craiova
I. Avioane - Buc.
S. Naval Giurgiu
I. Vulcan - Buc.
I. Tractorul - Bv.
I.A. Pitești
Instalații de filtrare recirculare
cu ciclon
magnetic
Pistoale de sablaj
prin aspirație
prin refulare
cu proiecție de lichid
Program de colaborări
CUG - Cluj
Program de experimentări
Stand probe alicare ICTCM
Stand ecruisare ICTCM


TABEL 2
II INSTALAȚII DE SPĂLARE
Direcții de acțiune
Asimilarea de tehnologii
Sisteme de instalații
Asimilarea de componente
Spălarea cu solvenți organici
Spălarea cu soluții alcaline
cu solvenți organici
cu soluții alcaline
Piese speciale
Serie mică
Serie mare
Piese speciale
Serie mică
Serie mare
Grad redus de murdărie
Grad ridicat de murdărie
Unități ultrasonice
Generatoare
Traductoare
Familii de cuve
5 tipuri
Sisteme de transport
Transportor cu lanț
Cărucioare
Robot
Dispozitoare
2 tipuri
Program de colaborări
Program de realizări
Steaua Roșie - Buc
OLTCIT Craiova
IPTAPA Slatina
ISB Tapalveni
I.M. Târgoviște
ICPETA - Buc
CICM-Bistrița
FEA Buc
CFT Iași
ICECHIM
Program de experimentări
Stand de probe în laboratorul ICTCM
Prototip instalație ultrasonică 1000 W

logiilor preconizate, pentru verificarea diverșilor parametri ai modulelor importante și a prototipurilor ce se realizează în atelierul de microproducție afectat aceluiași compartiment.

Dezvoltarea cercetării și ingineriei tehnologice, în domeniul acoperirilor metalice, a fost orientată în trei direcții principale :

— valorificarea materiilor prime, reducerea consumurilor de materiale și energie ;

— sporirea calității produselor, reducerea importurilor și promovarea exportului ;

— recuperarea metalelor și electroliților din apele reziduale în scopul micșorării efectului poluant și al valorificării deșeurilor.

Obiectivele ce au rezultat din orientarea activității laboratoarelor de acoperiri metalice în aceste direcții sînt redate parțial în tabelul 3.

În ceea ce privește materialele de protecție pentru acoperiri metalice, pînă în anii 1972—1973 substanțele de adaos și (în special) agenții de lucru erau importate integral, de la firme specializate, neexistînd în țară o preocupare pentru elaborarea și fabricarea lor centralizată.

În urma cercetărilor întreprinse de I.C.T.C.M., în anii 1972—1974 s-au elaborat tehnologii de acoperiri metalice cu o primă generație de agenți de lucru pentru zincare, cadmiere, nichelare și s-a încheiat convenția cu I.I.L. Victoria pentru fabricația în serie a acestora, înlocuindu-se astfel parțial importul. Apoi, după o colaborare cu Catedra de chimie organică a Institutului politehnic București și elaborarea celei de a II-a generații, fabricarea acestora a fost preluată de „Sinterom", care prin licență, în colaborare cu firma Schering, produce și adaosuri pentru electroliții de cuprare și nichelare.

Activitatea de fabricare a agenților de lucru la „Sinterom" are o pondere mică în cadrul întreprinderii și se rezumă la o gamă restrînsă de astfel de agenți.

Ar fi necesară de aceea, și la noi în țară, ca în toate țările C.A.E.R., crearea unor întreprinderi specializate pentru fabricarea substanțelor de adaos pentru acoperirile metalice.

În domeniul echipamentelor pentru acoperiri metalice, în atelierul de cercetare-proiectare-microproducție din I.C.T.C.M. au fost realizate în premieră tamburi cu închidere și deschidere automată, posturi de încărcare-descărcare automată, centrifugă de uscare piese cu ciclu de funcționare complet automatizat (inclusiv încărcarea și descărcarea), filtru pentru soluții, agregate de galvanizare pentru piese mici, tip Vibrobot (procesul de acoperire realizîndu-se într-o singură cuvă, în care sînt introduse secvențial soluțiile), precum și unele componente importante (pompe cu acționare magnetică, motor cu ralantizor etc.).

În domeniul liniilor de acoperiri metalice s-a ajuns la realizarea unor instalații cu automatizarea parțială a parametrilor tehnologici și totală pentru transportul interoperațional.

În ultima perioadă, sub aspectul sistemelor de automatizare și programare, s-a ajuns la eliminarea importului prin folosirea programatoarelor cu cartelă (prima generație) și apoi cu matrice (realizate în I.C.T.C.M.) și la automate programabile, în colaborare cu Institutul de proiectări automatizări (IPA), în curs de testare la instalațiile de la OLTCIT și I.M. Sighetul Marmației.

Pentru OLTCIT Craiova, au fost proiectate, executate și date în funcțiune — ICTCM avînd și rolul de furnizor general — o instalație de fosfatare culbutori-motor și o instalație de fosfatare a barelor de torsiune. Prima instalație este prevăzută cu un post de încărcare-descărcare cu șase poziții de lucru, realizată de un mecanism cu cruce de Malta care aduce în mod automat tamburi în linie, precum și în postul de încărcare-descărcare a pieselor.

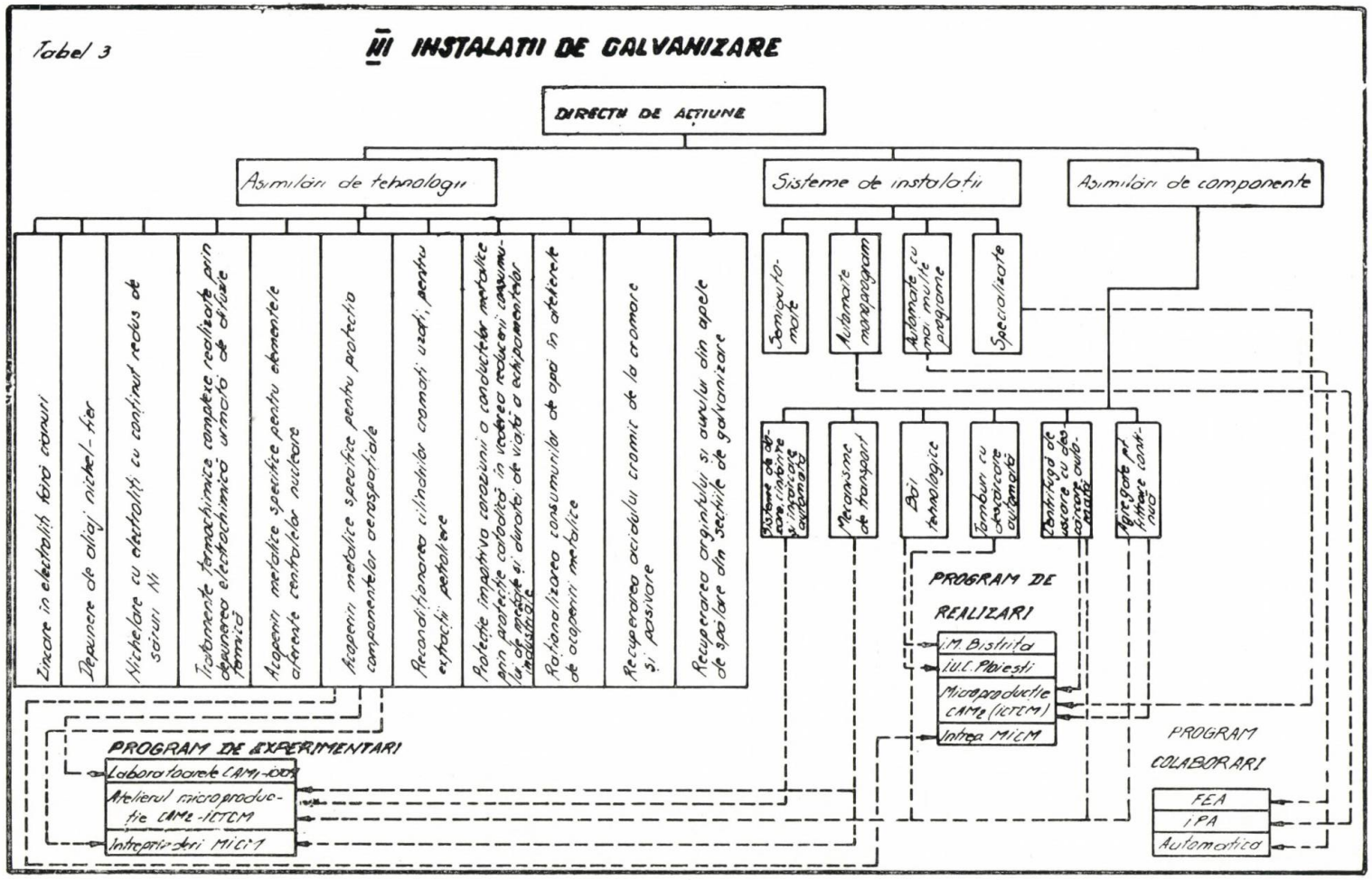
Instalația de fosfatare pentru barele de torsiune are un mare grad de flexibilitate, putînd funcționa în trei regimuri : automat, ciclu de ciclu și revizie. Funcționarea automată este comandată de un automat programabil AP 101, proiectat de IPA și realizat de I. „Automatica".

În vederea reducerii importului, după realizarea mai multor generații de programatoare cu cartelă perforată, în I.C.T.C.M. a fost realizat, și este în curs de implementare într-o serie de întreprinderi, programatorul cu matrice PROMA-01 (avînd toate componentele indigene), care servește la comanda automatizării secvențiale, atît pentru liniile de acoperiri metalice, cît și pentru manipulatoare automate sau roboți simpli.

De asemenea, tot în cadrul I.C.T.C.M., au fost realizate aparate pentru măsurarea diverșilor parametri pe proces ai instalațiilor de acoperiri metalice (aparate pentru măsurarea densității de curent și grosimea stratului de acoperire etc.)

Analizînd la nivel național problema execuției echipamentelor de acoperiri metalice, cu toate realizările importante în domeniul fabricației prototipurilor în I.C.T.C.M. se constată că nu există în M.I.C.M., pînă în prezent, o întreprindere specializată și profilată pentru execuție, livrarea și montarea instalațiilor pentru acoperiri metalice.

Execuția acestor utilaje, continuînd să se efectueze la diverse întreprinderi, face imposibilă existența unui furnizor unic de instalație (nu de utilaje sau ansamble disparate), care să răspundă de toate etapele, de la execuție pînă la punerea în funcțiune, trecînd de la faza de asimilare a produselor, pînă în final, la activitatea de service.


Tabel 3
III INSTALAȚII DE GALVANIZARE
DIRECȚII DE ACȚIUNE
Asimilări de tehnologii
Sisteme de instalații
Asimilări de componente
Degresare în electroliți fără cianuri
Degresare de oleaj nichel-fier
Nichelare cu electroliți cu conținut redus de săruri Ni
Tratamente termochimice complexe realizate prin depunere electrochimică urmată de difuzie termică
Acoperiri metalice specifice pentru elementele aferente centralelor nucleare
Acoperiri metalice specifice pentru protecția componentelor aerospațiale
Recondiționarea cilindrilor cromați uzați; pentru extracții petroliere
Protecție impotriva coroziunii a conductelor metalice prin acoperire combinată în vederea reducerii consumului de energie și durată de viață a echipamentelor industriale
Rotonalizarea consumurilor și apoi în obținerea de acoperiri metalice
Recuperarea acidului cromic de la cromare și pasivare
Recuperarea argintului și aurului din apele de spălare din secțiile de galvanizare
Ionizatoare
Automate montaj program
Automate cu mai multe programe
Specializate
Sisteme de dirijare a transportului automat
Transfere de transport
Roboți tehnologici
Tamburi cu încărcare automată
Dispozitive de lucru cu deschidere automată
Agregate prin frecare continuă
PROGRAM DE REALIZĂRI
I.M. Bistrița
I.U.C. Pitești
Microproducție CAMe (ICTCM)
Întreg MICM
PROGRAM DE EXPERIMENTĂRI
Laboratoarele CAMe-ICTCM
Atelierul microproducție CAMe-ICTCM
Întreprinderi MICM
PROGRAM COLABORĂRI
FEA
IPA
Automatica

În viitor, pentru îmbunătățirea activității în acest domeniu, se preconizează desemnarea de către M.I.C.M. a unei întreprinderi unice care să rezolve cele menționate în mod eficient, o întreprindere care să preia și rolul de furnizor general al instalațiilor.

În domeniul protecției suprafețelor prin vopsire, I.C.T.C.M. și-a propus realizarea următoarelor obiective prioritare de dezvoltare:

— elaborarea de tehnologii ce asigură creșterea rezistenței la coroziune ;

— elaborarea de tehnologii și echipamente, cu consum redus de energie și cu grad mic de poluare a mediului ambiant ;

— elaborarea de tehnologii și echipamente cu consum redus de materiale energo-intensive ;

— automatizarea și robotizarea procedeelor de protecție a suprafețelor ;

— creșterea gradului de tipizare al utilajelor, echipamentelor și componentelor ;

— eliminarea importului, prin realizarea integrală a instalațiilor și echipamentelor complexe de vopsire.

În tabelul 4 sînt redate direcțiile de acțiune pentru realizarea acestor obiective și anume : asimilarea de tehnologii, instalații, componente și materiale.

anume tehnologia de protecție la temperaturi scăzute, tehnologia de grunduire electroforetică etc.

Experimentarea atît a grundurilor electroforetice, cît și a determinării parametrilor importanți necesari pentru dimensionarea instalațiilor industriale, se efectuează în I.C.T.C.M., pe o instalație-pilot.

În tabelul 6 sînt redate schematic diversele sisteme de instalații asimilate, sau în curs de asimilare.

Se menționează, în mod special, manipulatoarele (orizontal și vertical) de vopsire, implementate la I. „Autobuzul" și un manipulator pentru vopsirea convectoradiatoarelor pentru I.A.A. Alexandria, în curs de execuție.

În tabelul 7 sînt indicate componentele cîtorva din instalațiile importante ce alcătuiesc o linie de vopsire. La baza proiectării acestor instalații a stat concepția modulară, adică realizarea utilajelor sau instalațiilor dintr-un număr de module (prin modul se înțelege un ansamblu care asigură independent o anumită funcțiune și care este astfel conceput încît să poată fi interconectat și cu alte module).

În tabelul 8 sînt indicate componentele importante ale cuptoarelor de uscare. Pentru reducerea consumurilor energetice, în

TABEL 4

IV INSTALAȚII DE VOPSIRE

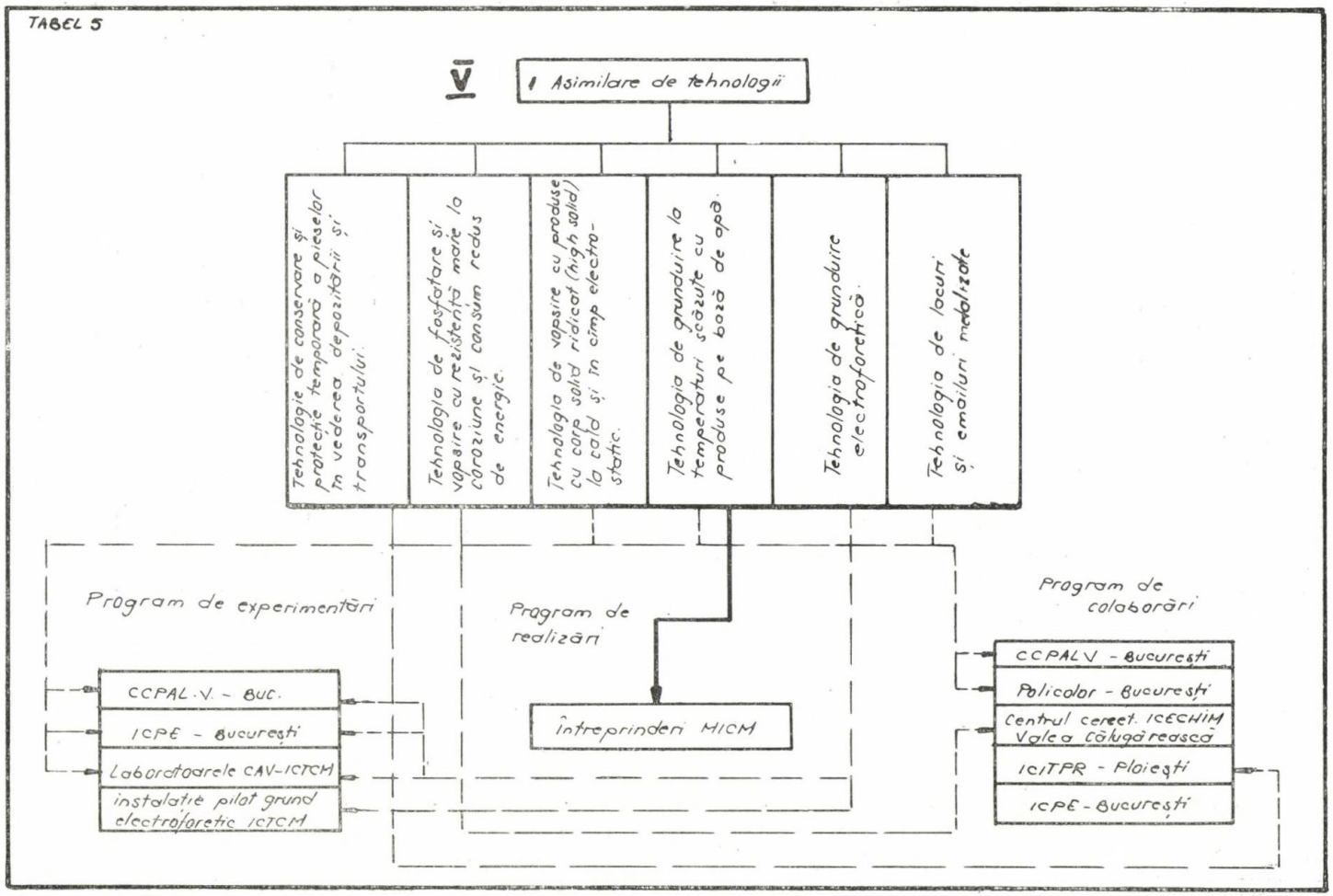
Direcții de acțiune

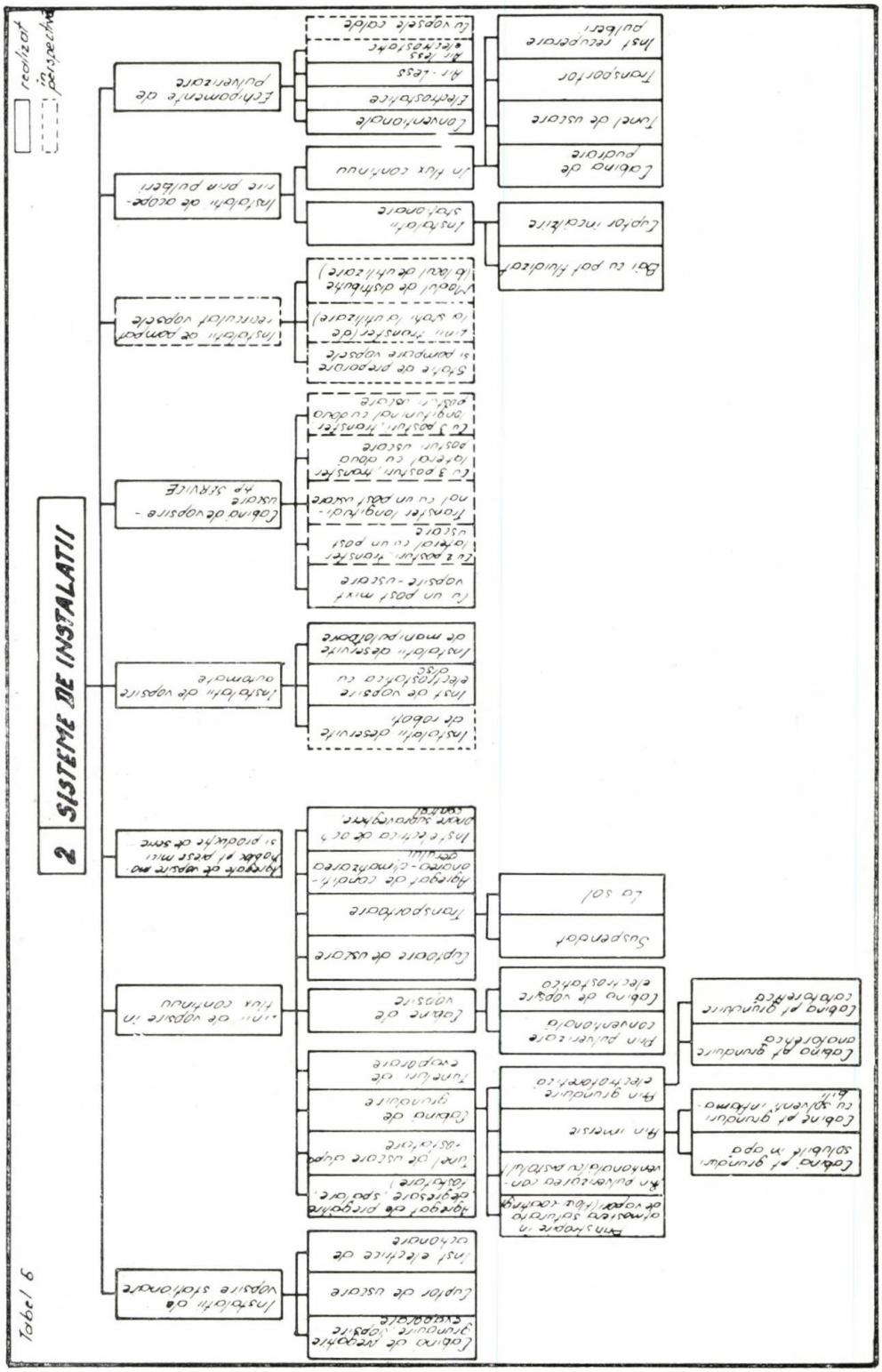
1 Asimilare de tehnologii	2 Sisteme de instalații	3 Asimilare de componente	4 Asimilare de materiale
vezi tabel 5	vezi tabel 6	vezi tabel 7, 8, 9	vezi tabel 10

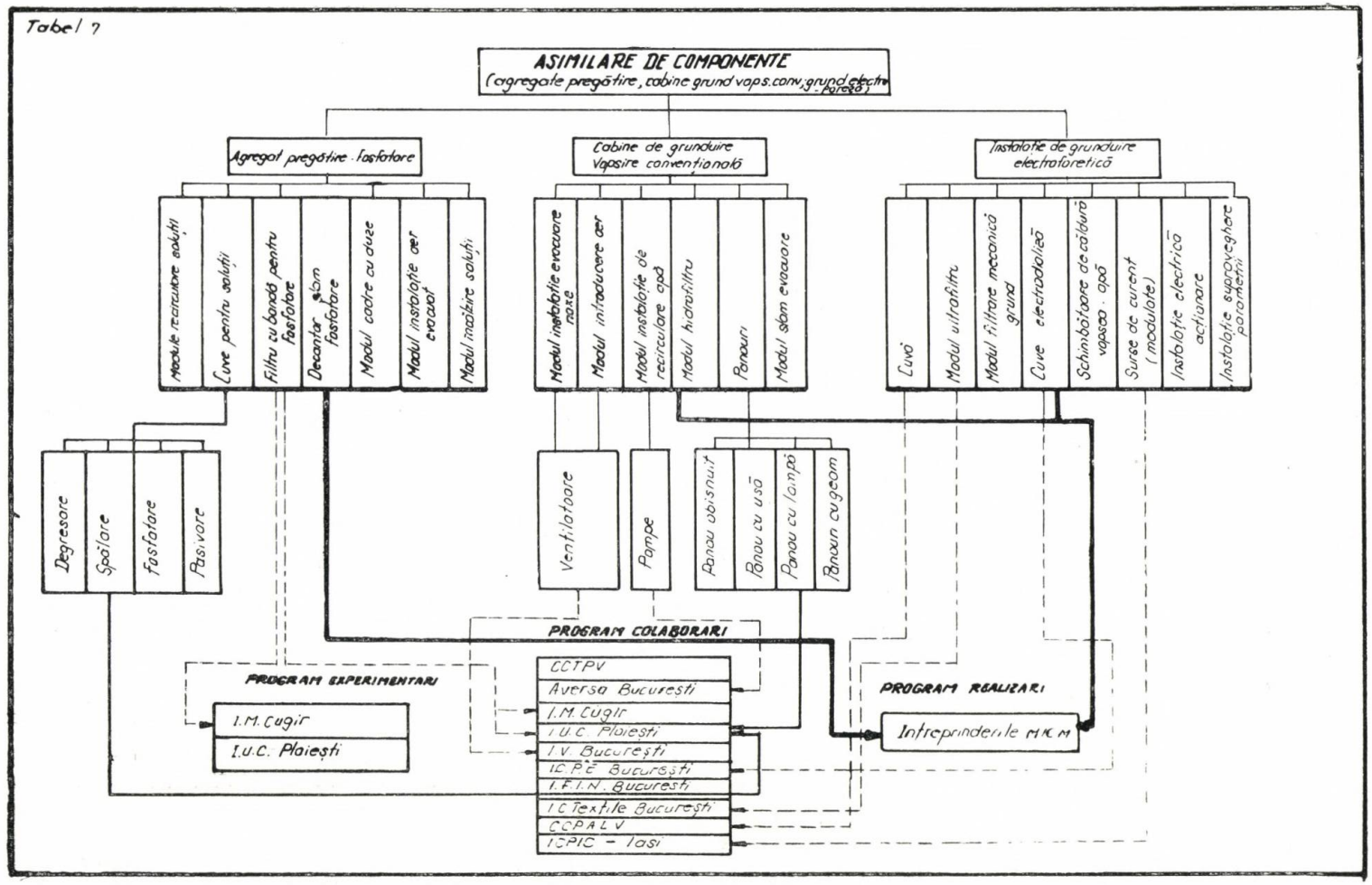
În tabelul 5 sînt redate tehnologiile în curs de experimentare în laboratoarele de specialitate din I.C.T.C.M. și (parțial) în curs de implementare în întreprinderile M.I.C.M. și

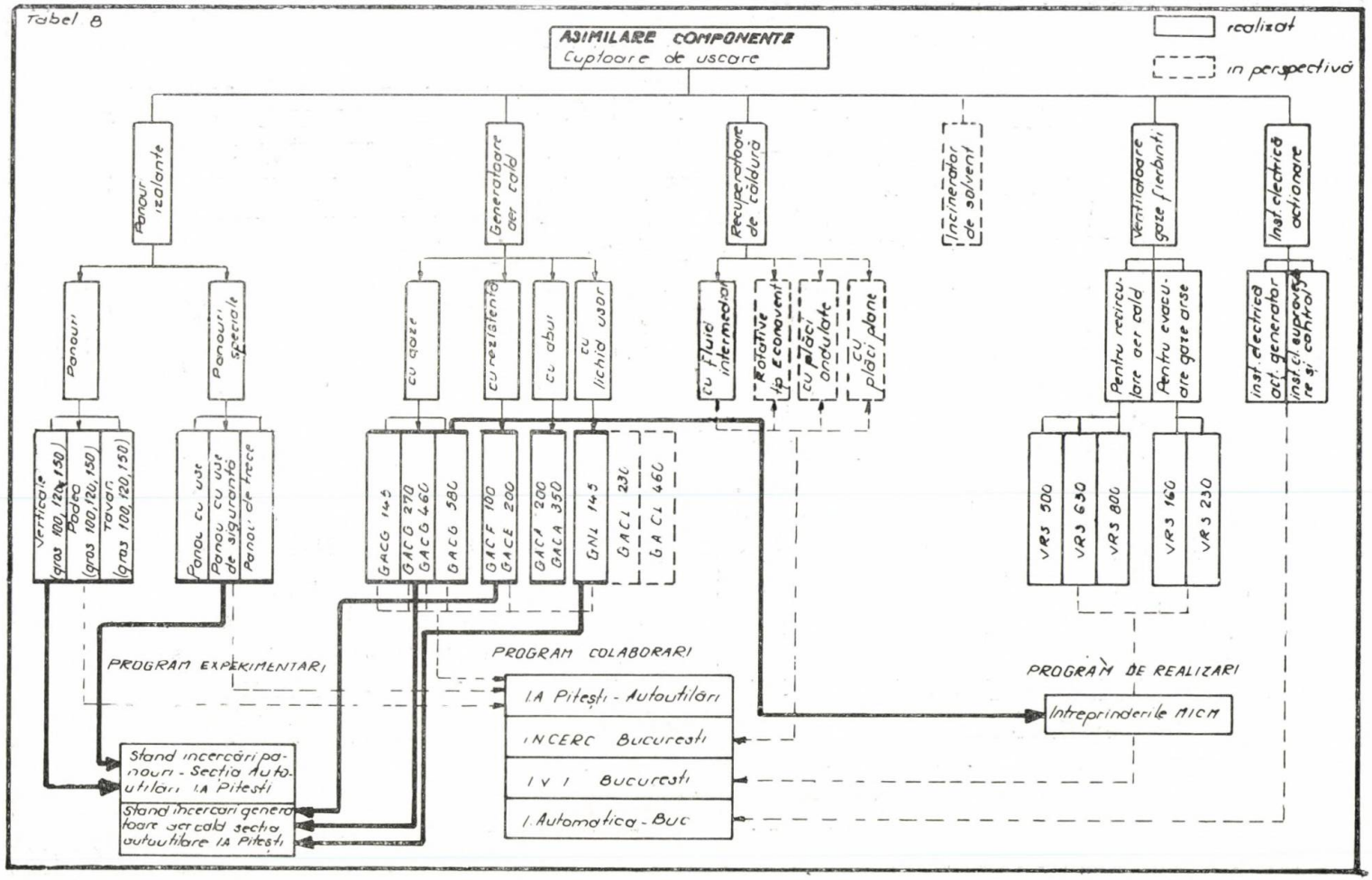
acest domeniu I.C.T.C.M. și-a orientat activitatea în mai multe direcții :

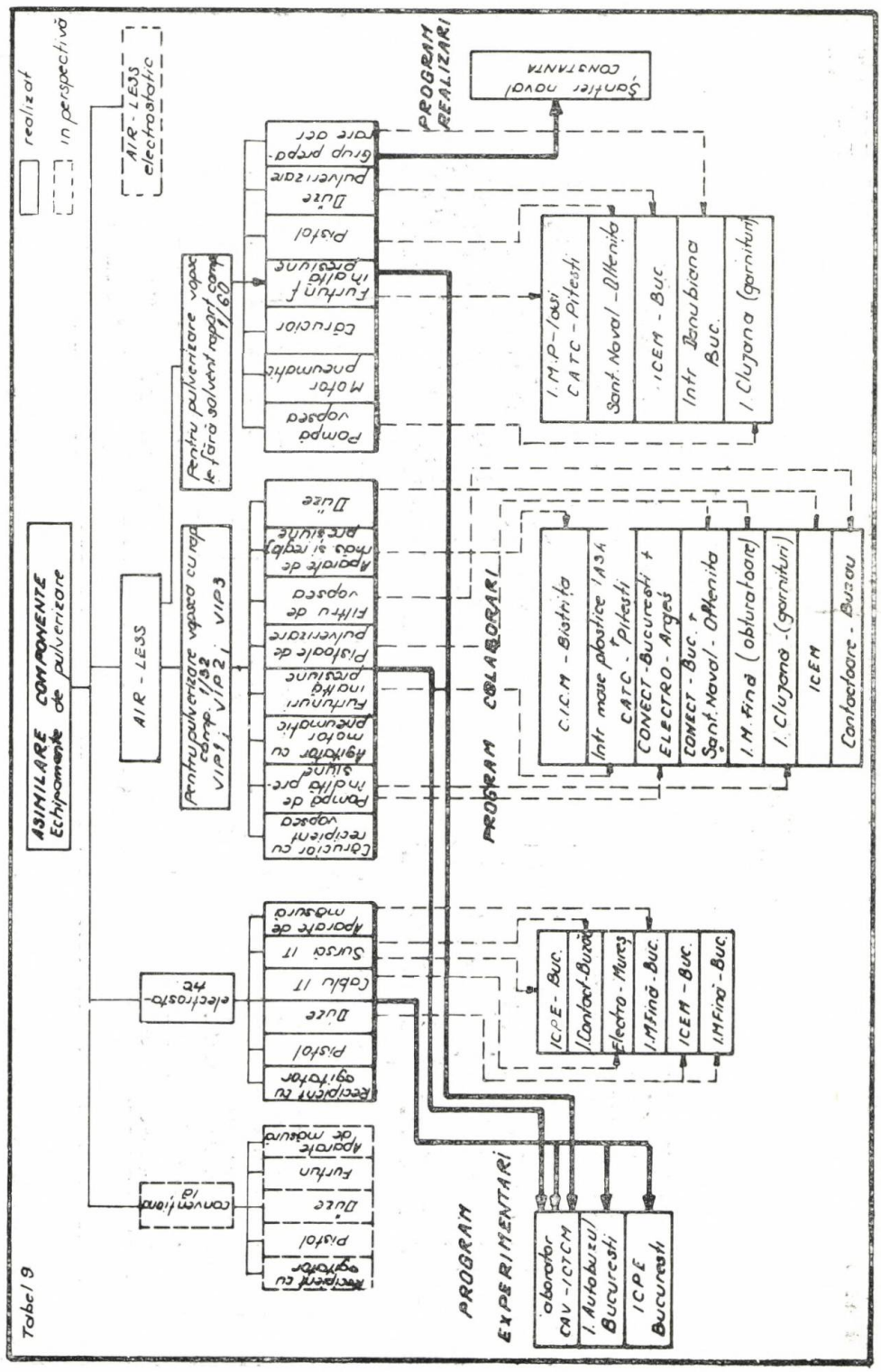
— îmbunătățirea izolațiilor termice prin reproiectarea, tipizarea panourilor și utiliza-

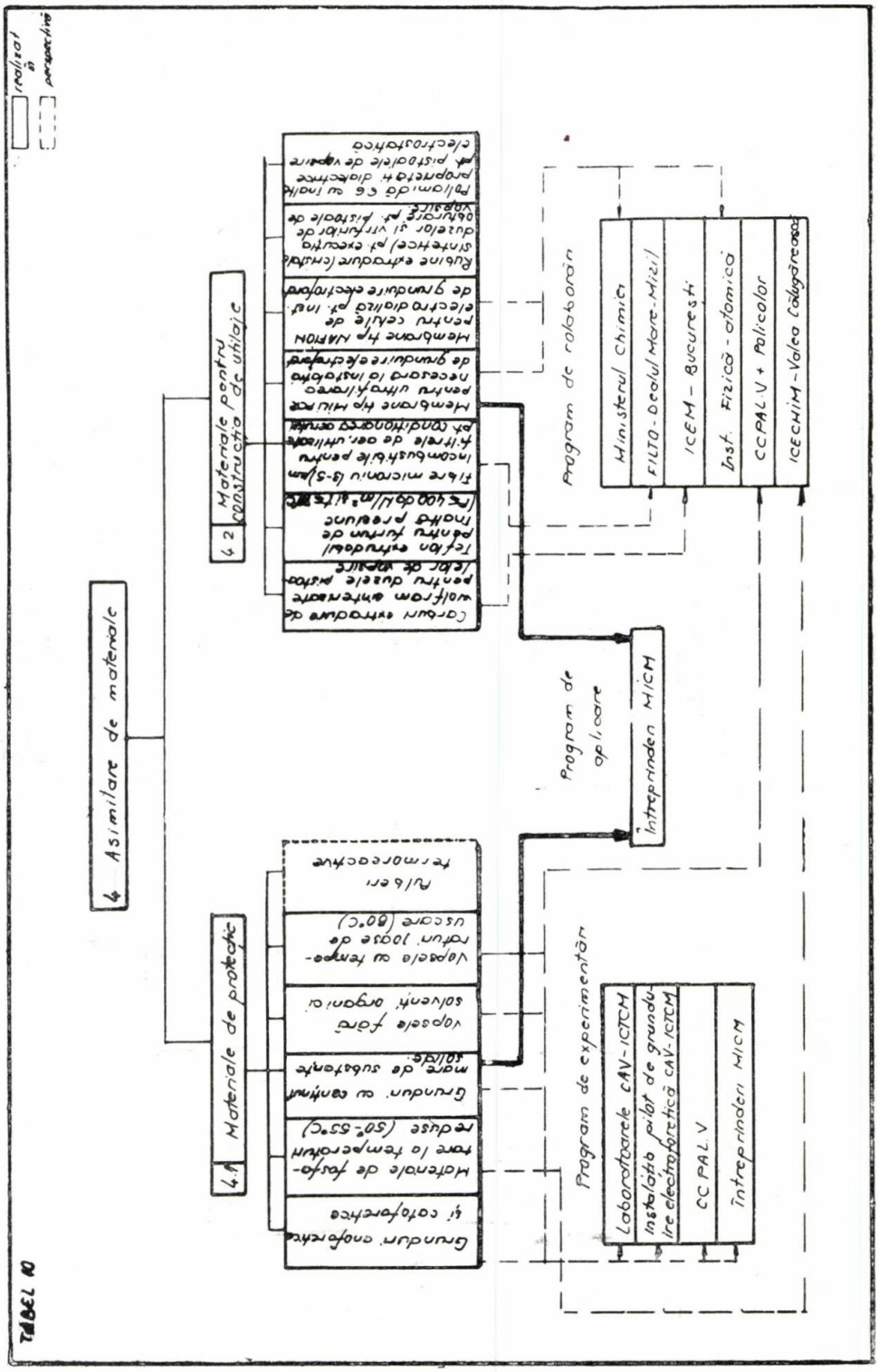

TABEL 5
V
1 Asimilare de tehnologii
Tehnologia de conservare și protecție temporară a pieselor în vederea depozitării și transportului.
Tehnologia de fosfatare și vopsire cu rezistență mare la coroziune și consum redus de energie.
Tehnologia de vopsire cu produse cu corp solid ridicat (high solid) la cald și în cîmp electrostatic.
Tehnologia de grunduire la temperaturi scăzute cu produse pe bază de apă.
Tehnologia de grunduire electroforetică.
Tehnologia de lacuri și emailuri metalizate
Program de experimentări
CCPAL-V. - Buc.
ICPE - București
Laboratoarele CAV-ICTCM
instalație pilot grund electroforetic ICTCM
Program de realizări
Întreprinderi MICM
Program de colaborări
CCPALV - București
Policolor - București
Centrul cercet. ICECHIM Valea Călugărească
ICITPR - Ploiești
ICPE - București


Tabel 6
2 SISTEME DE INSTALATII
realizat
în perspectivă
Instalatii de vopsire stationare
Cabina de pregătire grunduire, vopsire evaporare
Cuptor de uscare
Inst electrice de achonare
Linii de vopsire în flux continuu
Agregat de pregătire degresare, spălare, fosfatare)
Tunel de uscare după fosfatare
Cabina de grunduire
Tuneluri de evaporare
Cabine de vopsire
Cuptoare de uscare
Transportoare
Agregat de condiţionarea-climatizarea aerului
Inst electrica de achonare, supraveghere, control
Instalatii de vopsire automate
Instalatii deservite de roboţi
Inst de vopsire electrostatica cu disc
Instalatii deservite de manipulatoare
Cabina de vopsire-uscare hp SERVICE
Cu un post mixt vopsire-uscare
Cu 2 posturi, transfer lateral cu un post uscare
Transfer longitudinal cu un post uscare
Cu 3 posturi, transfer lateral cu două posturi uscare
Cu 3 posturi, transfer longitudinal cu două posturi uscare
Instalatii de pompat recirculat vopsele
Statie de preparare si pompare vopsele
Linii transfer (de la stoţi la utilizare)
Modul de distribuţie (la locul de utilizare)
Instalatii de acoperire prin pulberi
Instalatii stationare
Bai cu pat fluidizat
Cuptor incălzire
In flux continuu
Cabina de pudrare
Tunel de uscare
Transportor
Inst recuperare pulberi
Echipamente de pulverizare
Conventionale
Electrostatice
Air-less
Air-less electrostatic
Cu vopsele calde


Tabel 7
ASIMILARE DE COMPONENTE
(agregate pregătire, cabine grund vaps.conv, grund electro, fosfatare)
Agregat pregătire - fosfatare
Cabine de grunduire
Vapsire convențională
Instalație de grunduire
electroforetică
Module recirculare soluții
Cuve pentru soluții
Filtru cu bandă pentru fosfatare
Decantor slam fosfatare
Modul cadre cu duze
Modul instalație aer evacuat
Modul manipulare soluții
Modul instalație evacuare noxe
Modul introducere aer
Modul instalație de recirculare apă
Modul hidrofiltru
Panouri
Modul slam evacuare
Cuvă
Modul ultrafiltru
Modul filtrare mecanică grund
Cuve electrodializă
Schimbătoare de căldură vapsea - apă
Surse de curent (modulate)
Instalație electrică acționare
Instalație supraveghere parametrii
Degresare
Spălare
Fosfatare
Pasivare
Ventilatoare
Pompe
Panou absmult
Panou cu ușă
Panou cu lampă
Panou cu geam
PROGRAM COLABORARI
PROGRAM EXPERIMENTARI
I.M. Cugir
I.U.C. Ploiești
CCTPV
Aversa București
I.M. Cugir
I.U.C. Ploiești
I.V. București
I.C.P.E. București
I.F.I.N. București
I.C. Textile București
CCPALV
ICPIC - Iași
PROGRAM REALIZARI
Intreprinderile M.I.C.M


Tabel 8
ASIMILARE COMPONENTE
Cuptoare de uscare
realizat
in perspectivă
Panouri izolante
Generatoare aer cald
Recuperatoare de căldură
Incinerator de solvent
Ventilatoare gaze fierbinți
Inst. electrică acționare
Panouri
Panouri speciale
cu gaze
cu rezistențe
cu abur
cu lichid vapor
cu flux intermediar
Rotative tip Econovent
cu plăci ondulate
cu plăci plane
Pentru recirculare aer cald
Pentru evacuare gaze arse
Inst. electrică act. generator
Inst. el. supraveg. re. și control
Verticale (gros 100, 120, 150)
Podea (gros 100, 120, 150)
Tavan (gros 100, 120, 150)
Panou cu vată
Panou cu vată de siguranță
Panou de frecă
GACG 145
GACG 270
GACG 460
GACG 580
GACF 100
GACF 200
GACA 200
GACA 350
GNL 145
GACL 230
GACL 460
VRS 500
VRS 630
VRS 800
VRS 160
VRS 230
PROGRAM EXPERIMENTAR
PROGRAM COLABORARI
PROGRAM DE REALIZARI
I.A Pitești - Autoutilări
INCERC București
I V I București
I. Automatica - Buc
Intreprinderile MICM
Stand incercări panouri - Secția Autoutilări I.A Pitești
Stand incercări generatoare aer cald secția autoutilare I.A Pitești


Tabel 9
realizat
in perspectivă
ASIMILARE COMPONENTE
Echipamente de pulverizare
AIR - LESS
electrostatic
AIR - LESS
electrostatic
convenţional
Recipient cu agitator
Pistol
Duze
Furtun
Aparate de măsură
Recipient cu agitator
Pistol
Duze
Cablu IT
Sursă IT
Aparate de măsură
Pentru pulverizare vopsea cu rap. comp. 1/32
VIP1; VIP2; VIP3
Pentru pulverizare vopsea le fără solvent raport comp. 1/60
Pompă vopsea
Motor pneumatic
Cărucior
Furtun f. înaltă presiune
Pistol
Duze
Grup preparare aer
Cărucior cu recipient vopsea
Pompă de înaltă presiune
Agitator cu motor pneumatic
Furtunuri înaltă presiune
Pistoale de pulverizare
Filtru de vopsea
Aparate de măs. și reglaj presiune
Duze
PROGRAM REALIZARI
Şantier naval CONSTANTA
I.M.P.-Iasi
CATC - Pitesti
Sant. Naval - Oltenita
ICEM - Buc.
Intr. Danubiana Buc.
I. Clujana (garnituri)
PROGRAM COLABORARI
C.I.C.M. - Bistrita
Intr. mase plastice IASA
CATC - Pitesti
CONECT - Bucuresti + ELECTRO - Argeș
CONECT - Buc. + Sant. Naval - Oltenita
I.M. Fină (obturatoare)
I. Clujana (garnituri)
ICEM
Contactoare - Buzau
ICPE - Buc.
I. Contact - Buzău
Electro - Mureș
I.M. Fină - Buc.
ICEM - Buc.
I.M. Fină - Buc.
PROGRAM EXPERIMENTARI
aborator CAV - ICTCM
I. Autobuzul Bucuresti
ICPE Bucuresti


TABEL 10
realizat în perspectivă
4 Asimilare de materiale
4.1 Materiale de protecție
Grunduri anoforetice și catoforetice
Materiale de fosfatare la temperaturi reduse (50°-55°C)
Grunduri cu conținut mare de substanțe solide
Vopsele fără solvenți organici
Vopsele cu temperaturi joase de uscare (80°C)
Pulberi termoreactive
4.2 Materiale pentru construcția de utilaje
Carburi extradure de wolfram sinterizate pentru duzele pistoalelor de vopsire
Teflon extrudabil pentru furtun de înaltă presiune
Fibre micronii (3-5)μm incombustibile pentru filtrele de aer, utilizate pt. condiționarea aerului
Membrane tip MILIPOR pentru ultrafiltrarea necesară la instalația de grunduire electroforet
Membrane tip NAFION pentru celule de electrodializă pt. inst. de grunduire electroforet
Rubine extradure (cristale sintetice) pt. execuția duzelor și vîrfurilor de obturare pt. pistoale de vopsire
Poliamidă 66 cu înalte proprietăți dielectrice pt. pistoalele de vopsire electrostatică
Program de experimentări
Laboratoarele CAV-ICTCM
Instalația pilot de grunduire electroforetică CAV-ICTCM
CC PAL V
Întreprinderi MICM
Program de aplicare
Întreprinderi MICM
Program de colaborări
Ministerul Chimiei
FILTO-Dealul Mare-Mizil
ICEM - București
Inst. Fizică - atomică
CCPAL V + Policolor
ICECHIM - Valea Călugărească

rea unor izolații cu coeficient de conductibilitate mai mic ;

— optimizarea și reproiectarea generatoarelor de aer cald ;

— recuperarea căldurii din aerul evacuat prin recuperator cu fluid intermediar ;

— utilizarea tunelelor tip „spate de cămilă" pentru pierderile termice la capetele de intrare și ieșire ;

— cuptoare-cameră cu ciclu automat de funcționare și eliminarea amestecului aer-vapori solvent în perioada maximă de evaporare.

Testarea, atît a panourilor izolante, cît și a generatoarelor de aer cald, se face pe două standuri de încercare, proiectate de I.C.T.C.M. și montate de I.A. Pitești, care este furnizorul în M.I.C.M. atît al panourilor izolante, cît și al generatoarelor de aer cald.

În perspectivă, tot în vederea reducerii consumurilor energetice, se preconizează colaborarea cu INCERC pentru proiectarea, experimentarea și asimilarea și a altor tipuri de recuperatoare : rotativ (Ecorovent), cu plăci ondulate, sau cu plăci plane.

În tabelul 9 sînt echipamentele de pulverizare asimilate (air-less și electrostatic) și în perspectivă de a fi asimilate (pulverizare convențională, air—les+electrostatic).

Se precizează că, numai în cursul anului 1983, I.C.T.C.M., în colaborare cu Intreprinderile CONECT București și Electro-Argeș, livrează circa 50 instalații air-less cu raport de compresie de 1/32 și densitatea de la 2,4—7,5 l/min. (VIP_1, VIP_2, VIP_3), ceea ce duce la o economie valutară de circa 500.000 lei și o economie de vopsea de circa 1200 t/an.

Tot în anul 1983, I.C.T.C.M. a proiectat, experimentat și omologat o pompă de înaltă presiune (raport 1/60) pentru operarea vopselelor fără solvenți, pentru Șantierul Naval Constanța, urmînd ca această pompă să fie implementată la toate șantierele navale.

În domeniul proiectării, I.C.T.C.M. a realizat în ultimii ani instalații complexe de vopsire pentru marea majoritate a produselor M.I.C.M. :

— aparate de uz casnic (mașini de cusut, de spălat, frigidere) ;

— material rulant (vagoane, locomotive, autoturisme) ;

— utilaj agricol (tractoare, camioane, semănători) ;

— avioane ;

— utilaje pentru centrale nucleare ;

— produse speciale.

De asemenea, trebuie menționată, în mod special, realizarea proiectelor pentru o vopsitorie complexă pentru autoturisme la I.A. Pitești, ceea ce a avut drept consecință eliminarea integrală a importului.

Execuția utilajelor, ca și în cazul instalațiilor de acoperiri metalice, nu se face numai de o întreprindere specializată, totuși s-au făcut progrese, în sensul profilării secției de autoutilări de la I.A. Pitești pentru execuția panourilor izolante și a generatoarelor de aer cald, precum și în executarea, la I.U.C. Nord Ploiești, a multor utilaje de vopsire.

În tabelul 10 sînt indicate atît materialele de protecție asimilate sau preconizate de a fi asimilate, cît și materialele ce trebuie asimilate în viitorul apropiat pentru construcția de utilaje dintre care menționăm : carburile extradure de wolfram sinterizate pentru duzele de teflon extrudabil (pentru furtunurile de înaltă presiune de la echipamentele de vopsire air-less), fibre micronice pentru filtrele de aer proaspăt (în instalațiile de climatizare a aerului pentru instalațiile de vopsire), membranele pentru ultrafiltrare și celulele de electroanaliză pentru instalațiile de vopsire electroforetică.

Rezumînd activitatea desfășurată în I.C.T.C.M. pentru protecția suprafețelor prin vopsire, se poate trage **concluzia că, în paralel cu activitatea de cercetare și proiectare curentă, au fost dezvoltate și laboratoarele pentru testarea diverselor tehnologii și materiale, precum și activitatea de asimilare a unor echipamente de pulverizare, sau a unor manipulatoare care pînă ieri erau importate. În acest sens, I.C.T.C.M. colaborează cu nenumărate întreprinderi și institute.**

BIBLIOGRAFIE

[1] *Crișan I.* : Tehnologia ca sistem. Editura științifică și enciclopedică, București, 1980.

[2] *Mihail, Mihalcu, M., Drăgănoiu, Mihaela* : Coroziunea și combaterea ei în industria chimică. Editura tehnică, București, 1978.

[3] *Uhling, H.N.* : Corrosion et protection. Paris, Dunod, 1970.

[4] *Harvey, A.A.B.* : Paint finishing in industry. Kerbihar House. Tedington, 1968.

[5] *Iacobescu, J., Popovici, D., Poroban, I.* : Materiale tehnologice și utilaje pentru vopsire în industria constructoare de mașini. Editura tehnică, București, 1977.

[6] *Popovici, D. și alții* : Vopsirea în industria constructoare de mașini. Editura tehnică, București, 1968.

CZ: 621.79.026

Tehnologii și instalații moderne de pregătire a suprafețelor pieselor metalice prin spălare-degresare

Ing. Iolanda **RISTEA**, ing. Alexandru **GRIGORIU** – I.C.T.C.M. București

Generalități

Industria modernă, ajunsă la un înalt grad de mecanizare și automatizare, reclamă o clasă de precizie ridicată a mașinilor, mecanismelor și utilajelor. Această condiție impune realizarea și menținerea unei stări de acuratețe — cît mai perfecte — a suprafețelor pieselor metalice, în toate etapele de fabricație, asamblare și exploatare a lor. Astfel se explică faptul că, **în ultimii ani,** în scopul ridicării calității produselor, al reducerii prețului de cost și al asigurării unor condiții sigure de funcționare, **se acordă o atenție din ce în ce mai mare perfecționării și diversificării procedeelor de curățire a suprafețelor metalice.**

În ansamblul acestor procedee, grupate cel mai frecvent după acțiunea lor fizică, fizico-chimică, sau chimică asupra pieselor tratate, **procedeele de curățire prin spălare — degresare joacă un rol tot mai important.** Avînd, în principal, o acțiune fizico-chimică, aceste procedee servesc la îndepărtarea, de pe suprafețele metalice ale pieselor, ansamblurilor și agregatelor, a urmelor de unsoare, de uleiuri minerale și a produselor de descompunere a acestora, care intră în compozițiile de lustruit, în emulsiile de răcire și în unsorile de conservare, precum și a șpanului, pulberilor metalice, particulelor de abraziv, prafului, zgurei și a altor impurități de origine minerală.

Aproape că nu mai trebuie demonstrată acțiunea negativă a tuturor acestor categorii de impurități persistente pe suprafețele pieselor, în diferite etape ale realizării și utilizării lor. Foarte multe piese suferă, spre exemplu, mai multe operații succesive de prelucrare prin așchiere, dintre care unele trebuie realizate cu precizie foarte înaltă. Dacă suprafața piesei este încărcată cu pelicule de ulei, cu particule de șpan sau abraziv de la operațiile anterioare, nu se poate realiza, evident, nici o prindere precisă a piesei în dispozitiv, nici o traiectorie precisă a sculei așchietoare, calitatea piesei fiind diminuată.

Un mare număr de piese sînt supuse unor operații de acoperiri metalice sau vopsire. Perfecta aderență a peliculei pe piesă reprezintă un gir al bunei ținute în timp, dar acroșajul acestei pelicule nu se poate realiza, dacă pe suprafața piesei există impurități care devin, în timp, agenți de coroziune (fig. 1).

În fine, să mai dăm exemplul frecventelor defecțiuni în exploatare ale unor aparate și mecanisme asamblate fără o curățire prealabilă a pieselor componente, funcționarea lor neco-

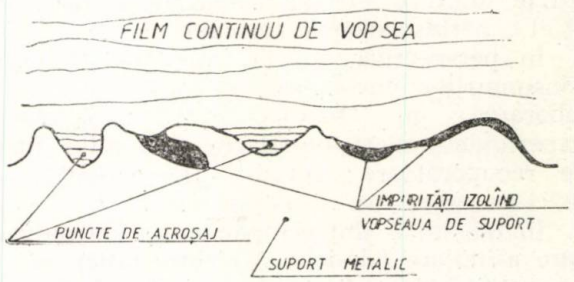


Fig. 1 Influența impurităților asupra peliculei de vopsea.

respunzătoare datorită uzurii sau blocărilor produse de diversele impurități ducînd la pierderi importante de producție, accidente, cheltuieli cu reparațiile, etc.

Aceste exemple, adăugate multor altor situații în care se impune curățirea pieselor metalice prin spălare — degresare, justifică adevărata explozie, la care asistăm în ultimii ani pe plan mondial, în domeniul cercetării științifice a acestei categorii de procedee și apariția de mari întreprinderi profilate numai pe producerea instalațiilor de spălare — degresare.

Aliniindu-se la această tendință, un colectiv de cercetare — proiectare al I.C.T.C.M. București se preocupă, de mai mulți ani, de modernizarea tehnologiilor de spălare — degresare, de implementarea în industria noastră prelucrătoare a acestor instalații. Beneficiind și de un laborator bine utilat, s-a putut introduce și faza de cercetare înaintea proiectării propriuzise, astfel încît cerințele beneficiarilor sînt astăzi analizate diferențiat, funcție de forma și materialul pieselor, tipul impurităților și gradul de impurificare, cadența cerută, etc.

Tehnologii și agenți de curățire prin spălare-degresare

După cum am arătat, impuritățile suprafețelor metalice sînt foarte numeroase, iar comportamentul lor este foarte diferit. Evident,

nu poate exista un procedeu universal de eliminare a tuturor impurităților, ci un mare număr de procedee diferite, de multe ori acestea completîndu-se reciproc.

Pentru îndepărtarea produselor de impurificare a fost elaborată în ultimii 30 de ani o extrem de mare varietate de metode și tehnologii. Odată cu evoluția analizei științifice a fenomenelor de spălare — degresare, această varietate a fost concentrată în cîteva grupe importante, funcție de natura procedeului (tab. 1).

Procedee de spălare-degresare

Tabelul 1

PROCEDEE FIZICO-CHIMICE ȘI ELECTRO-CHIMICE	Fizico-chimic	Degresare cu solv. organici
	Fizico-chimic	Degresare electrolitică
	Electro-chimic	Curățire electrolitică
	Electro-chimic	Tratament electrolitic
PROCEDEE CHIMICE	Esențial chimic	Curățire cu acizi
	Esențial chimic	Degresare alcalină
	Chimic, în băi acide	Curățire în băi de săruri topite
	Chimic, în băi alcaline	Curățire în băi de sodă

O serie de agenți degresanți, de largă utilitate odinioară, au căzut în desuetudine, cum ar fi de exemplu derivații petrolului (benzină, petrosin, white — spirit, etc.), care, în condițiile crizei petroliere din zilele noastre, se utilizează din ce în ce mai rar.

În aceste condiții, **I.C.T.C.M. s-a orientat către tratarea cu precădere numai a două categorii de tehnologii de degresare,** care pot îndepărta marea majoritate a impurităților, fiind astfel **acoperitoare** pentru problemele solicitate de beneficiari, și anume degresarea cu solvenți de tip organic și spălarea cu soluții pe bază alcalină.

Degresarea cu solvenți de tip organic este foarte răspîndită și continuă să fie **mult solicitată de beneficiari.** Dintre solvenții organici, cei mai utilizați sînt derivații clorului, tricloretilena și percloretilena. În tabelul 2 sînt prezentate principalele caracteristici ale acestor solvenți.

Justificata răspîndire a solvenților organici se bazează în special pe marea lor capacitate de dizolvare rapidă și completă a grăsimilor și uleiurilor. Printre alte avantaje ale utilizării lor mai putem enumera :

— inerția chimică față de metalele tratate ;
— tensiunea superficială mică, favorizînd pătrunderea în fante și interstiții ;
— volatilitatea mare, permițînd uscarea rapidă a pieselor după degresare ;
— posibilitatea de a fi regenerați prin distilare.

Tricloretilena în stare pură nu este suficient de stabilă. Ea se descompune în contact cu obiectele fierbinți, sub acțiunea luminii, prin supraîncălzire și în contact cu magneziul și aluminiul, putînd da naștere la gaze toxice. De aceea, **nu se utilizează decît tricloretilenă stabilizată,** care elimină, pericolul de descompunere.

Percloretilena este mai stabilă la temperaturi înalte, la acțiunea umidității și la contactul cu metalele. **Ea se poate utiliza de degresarea tuturor metalelor, inclusiv aluminiul și aliajele acestuia.**

Oricare ar fi solventul utilizat, principala sa acțiune este reprezentată de dizolvarea straturilor superficiale de materii organice de pe piesele imersate. Desigur, simpla imersie a pieselor nu este suficientă pentru o degresare perfectă, ea utilizîndu-se doar pentru curățiri puțin pretențioase. Impuritățile de natură organică sînt desprinse de pe piese odată cu straturile de grăsimi, dar nu în totalitate. Pentru

Caracteristicile solvenților organici

Tabelul 2

	Triclor-etilenă	Percloretilenă
Formula chimică	$CHCl = CCl_2$	$CCl_2 = CCL_2$
Masa moleculară	131,5	165,8
Densitate la 20°C	1,464	1,62
Temp. fierbere T_f	86,95°C	121,2°C
Dens. vapori la T_f	4,45	5,22
Vîscozitate la 20°C (c ps)	0,58	0,88
Căldură latentă de vaporizare la T_f (Kcal/kg)	57,2	50
Constanta dielectrică a lichidului	3,42	2,36
Coeficient de dilatare cubică	0,00117	0,0011
Solubilitate în apă (%) la 25°C	0,10	0,015

îndepărtarea lor, **imersia trebuie completată cu alte procedee,** în special cu mișcarea solventului în raport cu piesele : fie o mișcare mecanică, prin agitarea solventului sau a pieselor, fie o mișcare moleculară rezultată din

încălzirea solventului. În majoritatea cazurilor este necesară și introducerea fazei de degresare în vapori de solvent, car condensează pe piesele reci cedîndu-le căldura. Picurarea abundentă antrenează toate tipurile de impurități, pînă în momentul cînd piesele ating temperatura vaporilor. Evident, acest tip de picurare trebuie să fie suficient pentru o bună degresare. De aceea, spre exemplu, în cazul degresării tablelor sau pieselor cu pereți subțiri, care se încălzesc repede, este mai indicată utilizarea percloretilenei, ai căror vapori au cea mai ridicată temperatură (cca. 125°C).

Deci, un ciclu de degresare în solvenți organici care să asigure o curățire completă a suprafețelor pieselor trebuie să conțină cel puțin următoarele faze :

— imersie în solvent cald (eventual cu agitarea pieselor sau a solventului) ;
— clătire — răcire în solvent rece ;
— scurgere — uscare în vapori de solvent.

Desigur, pot apărea cazuri cînd sînt necesare și alte faze care să completeze acest ciclu, sau chiar combinarea cu faza de curățire cu alt tip de agent degresant.

În fine, trebuie să mai amintim de o **operație necesară** la degresarea cu solvenți organici, și anume **distilarea periodică** a solventului. Într-adevăr, atît la faza de imersie, cît și la cea de vapori, impuritățile organice desprinse de pe piese se dizolvă în agentul degresant, ridicîndu-i punctul de fierbere. Pentru degresările ulterioare, consumul de energie pentru încălzirea solventului va fi mai mare. Pe de altă parte solventul cu grăsimi se alterează mai ușor sub influența diferiților factori exteriori (lumină, clădură, etc.).

După cum reiese și din figura 2, un procent de grăsimi de 30% în solventul organic

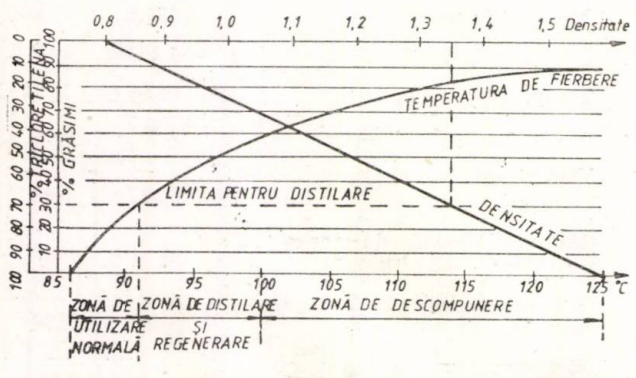


Fig. 2 Variația temperaturii de fierbere a solvenților organici funcție de conținutul de grăsimi.

constituie li[illegible]ta maximă admisibilă, după care trebuie [illegible]pută operația de regenerare a solventului.

Degresar[illegible] soluții alcaline, procedeu cu largă extin[illegible] ultima perioadă de timp, **a ajuns să [illegible]eze degresarea cu solvenți organici,** beneficiind și de avantajele reducerii pericolului de toxicitate și a unui preț de cost mult mai scăzut. Este adevărat, eficiența degresării alcaline era destul de redusă odinioară, agenții degresanți avînd o compoziție foarte simplă, pe bază de leșie de sodă și carbonat de sodiu. Odată cu evoluția analizei științifice a procedeului s-a descoperit că nu saponificarea, așa cum se credea, joacă rolul primordial în mecanismul degresării, ci emulsionarea și procesele coloidale. Această descoperire a permis apariția unor degresanți alcalini, o serie de constituienți cu acțiune emolientă și emulsionantă.

În scheletul de bază, cei mai utilizați compuși sînt oxizii alcalini, carbonații, fosfații și silicații, fiecare cu un rol bine determinat în procesul de degresare. Constituienții auxiliari, cunoscuți în special sub numele de **produse tensio-active,** reunesc un mare număr de specii cu proprietatea fundamentală de a micșora tensiunea superficială a soluțiilor apoase din care fac parte, conferindu-le acestora proprietăți emulsionante, dizolvante și detergente. De fapt, acțiunea acestor produse tensio-active reprezintă baza unui proces de degresare alcalină, fiind prezentată schematic în figura 3.

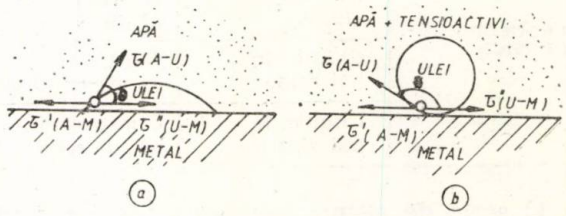


Fig. 3 Acțiunea soluțiilor alcaline asupra impurităților organice.

În situația **a,** tensiunile superficiale τ (apă — ulei) și τ' (apă — metal) sînt foarte puternice, în timp ce τ (ulei — metal) este slabă. Picătura de ulei are tendința să se întindă pe metal.

În situația **b,** în apă au fost introduse produse tensioactive, care acționează asupra tensiunii superficiale τ (apă — ulei), unghiul θ devenind mai mare de 90°. Picătura de ulei va avea tendința să devină sferică și, la limită, se va detașa.

Desigur, această fază de înmuiere și desprindere a straturilor de grăsimi și — odată cu acestea — și a impurităților solide, este urmată în cadrul procesului de degresare și de alte faze importante, cum sînt emulsionarea grăsimilor și formarea de soluții coloidale picăturile de ulei formînd suspensii în soluția apoasă datorită încărcării lor cu sarcini electrice de aceeași polaritate. Mecanismul complet al degresării alcaline este prezentat în figura 4.

Imersia pieselor într-o cuvă cu soluție apoasă de degresanți alcalini este, ca și în cazul degresării cu solvenți organici, cea mai simplă și mai răspîndită formă de curățire alcalină. În multe cazuri, însă, calitatea degresării

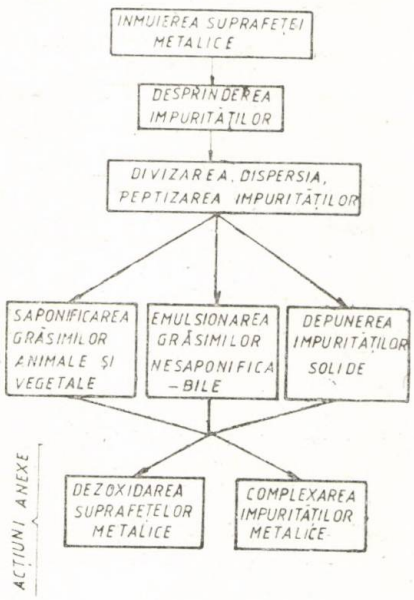


Fig. 4 Mecanismul degresării alcaline

este insuficientă, **ciclul trebuind completat cu alte faze.** Mai trebuie menționat că, în ultimul timp, **faza de imersie a început să fie înlocuită cu faza de stropire cu jeturi sub presiune,** care adaugă efectului chimic al produsului alcalin și un important efect mecanic de lovire a pieselor, permițînd în același timp și o creștere considerabilă a productivității operației de degresare.

Deci un ciclu complet de degresare alcalină trebuie să conțină cel puțin următoarele faze :

— spălare cu soluție alcalină (prin imersie sau cu jeturi) ;

— clătire cu apă curată (preferabil cu jeturi) ;

— uscare cu aer cald.

Mai trebuie menționat faptul că eficacitatea degresării alcaline este influențată și de o serie de parametri exteriori. Printre aceștia menționăm :

— temperatura soluției, care accelerează sensibil degresarea. Se consideră că o ridicare a temperaturii cu 10°C dublează viteza de degresare. De aceea, soluțiile alcaline se utilizează de regulă calde, temperatura optimă fiind în domeniul 50—90°C ;

— concentrația soluției, care variază după natura pieselor de degresat în limite destul de largi : 5...100 g/l (mai slabă pentru aliajele de zinc și aluminiu, mai puternică pentru oțeluri) ;

— timpul de imersie este legat direct de cei doi parametri anteriori, depinzînd și de gradul de impurificare a pieselor. Poate varia între 2...30 min ;

— agitarea soluției permite utilizarea unor concentrații mai slabe și reducerea timpului de degresare. Cea mai eficace este, după cum am arătat, degresarea cu jeturi.

Tehnologii și instalații de degresare cu solvenți organici

Sintetizînd numeroasele și variatele solicitări din partea beneficiarilor, I.C.T.C.M. a întocmit un **program de modernizare și tipizare a tehnologiilor și instalațiilor de degresare și regenerare a solventului.** Acest program reduce marea varietate de astfel de instalații la cîteva tipuri principale, grupate după criteriile :

— șarjă maximă ;

— tip constructiv.

În tabelul 3 sînt prezentate (prin codificarea din norma de tipizare) proiectele elaborate de I.C.T.C.M. pe baza celor două criterii enunțate.

Tipizarea instalațiilor de degresare cu solvenți organici

Tabelul 3

Forma constructivă	Șarja maximă	
	50 kg	100 kg
Tunel cu transfer simultan al șarjelor	DT 50	DT 100
Tunel cu robot de transfer pas cu pas	DR 50	—
Carusel	DC 50	DT 100
Cabină	DL 50	DL 100

Proiectele au la bază o concepție unitară de tipizare, atît în ceea ce privește soluția de ansamblu, cît și modularea componentelor.

Întreprinderea Mecanică Bistrița a devenit, pentru economia națională, furnizor centralizat de instalații de degresare cu solvenți organici, executate pe baza proiectelor elaborate de I.C.T.C.M.

Cea mai solicitată instalație din această serie este cea tip tunel traversant, care permite manipularea simultană a cinci șarje (codificare în tipizare : DT 50—5). Această instalație, prezentată schematic în figura 5, are, în afara posturilor de încărcare-descărcare, cuve pentru :

— imersie în solvent cald ;

— clătire-răcire în solvent rece ;

— uscare în vapori de solvent ;

— răcire în aer, în vederea manipulării.

Instalația a fost executată și omologată, trecîndu-se la producția ei în serie. În afara acestei instalații, la Întreprinderea Mecanică Bistrița se poate comanda execuția oricărui proiect din gama tipizată de către I.C.T.C.M.

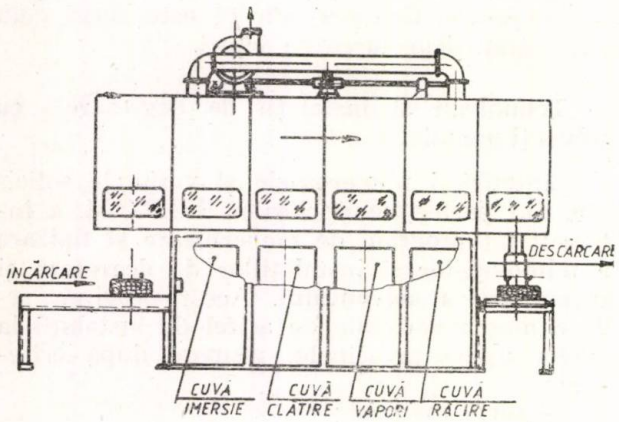


Fig. 5 Instalație de degresare cu solvenți organici tip tunel.

Trebuie subliniat faptul că s-a urmat o linie modernă de proiectare, cuvele instalațiilor fiind prevăzute cu toate sistemele de automatizare și siguranță necesare. Spre exemplu, figura 6 prezintă sistemele cu care este dotată cuva de imersie.

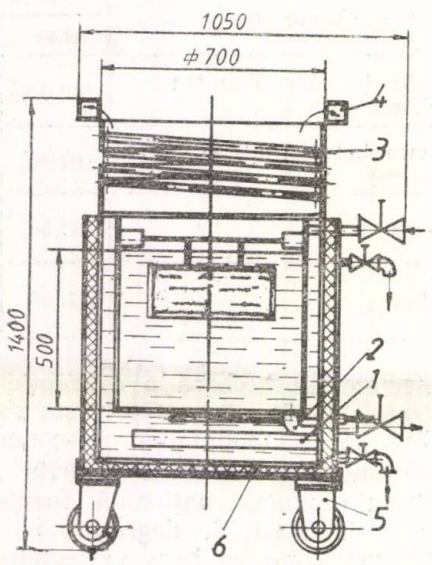


Fig. 6 Cuvă de imersie în solvenți organici.
1. sistem de încălzire indirectă ; 2. sistem de termostatare ; 3. serpentină de condensare ; 4. hotă de aspirație a vaporilor ; 5. suport pe roți pivotante ; 6. izolație antitermică.

După cum aminteam, fiecare instalație de degresare necesită și cîte o instalație anexă de regenerare a solventului. De aceea, în gama tipizată au fost introduse și două variante dimensionate de astfel de instalații. Schema unei instalații de regenerare este prezentată în figura 7.

Tehnologii și instalații de spălare cu soluții alcaline

Degresarea alcalină are încă o utilizare restrînsă în țara noastră, cu toate avantajele sale enumerate mai sus. Calitatea superioară a solvenților organici față de cea a degresanților alcalini — fabricați pînă nu de mult în țara noastră — a contribuit în mare măsură la menținerea acestei situații.

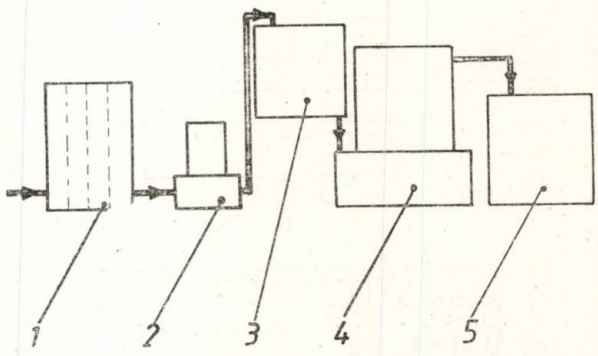


Fig. 7 Schema unei instalații de regenerare solvent.
1. filtru ; 2. grup pompare ; 3. rezervor solvent impurificat ; 4. distilator ; 5. rezervor solvent curat.

Odată cu trecerea la producerea unor degresanți alcalini de calitate mai bună (SEDERO 100, ROMADET, SP, etc.) au fost create premisele pentru implementarea și în industria noastră a instalațiilor de spălare cu soluții alcaline.

O dovadă elocventă în această privință o constituie și tehnologia de curățire interoperațională a pieselor — elaborată de firma CITROEN, în cadrul licenței de fabricație pentru OLTCIT — Craiova, care prevede spălări — degresări numai cu soluții alcaline Din circa 50 instalații de spălare — degresare necesare în liniile de fabricație ale OLTCIT, I.C.T.C.M. a cîștigat — în cadrul unor licitații — contracte pentru proiectarea a 36 instalații, fiind în concurență cu numeroase firme consacrate din străinătate.

În marea lor majoritate, aceste instalații sînt de tip tunel, traversat de o bandă transportoare (fig. 8) ; piesele poziționate pe suporți speciali parcurg zonele de stropire cu jeturi de soluție alcalină caldă, vehiculată de un sistem de pompare dintr-un rezervor aflat sub tunel, și de uscare prin suflare cu aer cald recirculat de un ventilator. Printre dotările mai deosebite ale acestor instalații menționăm :

— echipament de termostatare a încălzirii soluției alcaline ;

— grup de filtrare a impurităților solide ;

— separator de ulei prin decantare din soluția alcalină ;

— duze de stropire orientabile și rapid demontabile ;

— sistem de aspirație a ceții la capetele zonei de spălare ;

— uși de vizitare cu securitate electrică.

În afara instalațiilor tip tunel cu bandă, s-au mai proiectat pentru OLTCIT și alte tipuri de instalații, cele mai importante fiind prezentate în tabelul 4.

Avînd această bază de pornire și beneficiind și de asimilarea în fabricație a produșilor alcalini amintiți, I.C.T.C.M. a trecut la **acțiunea de elaborare pentru economia noas-**

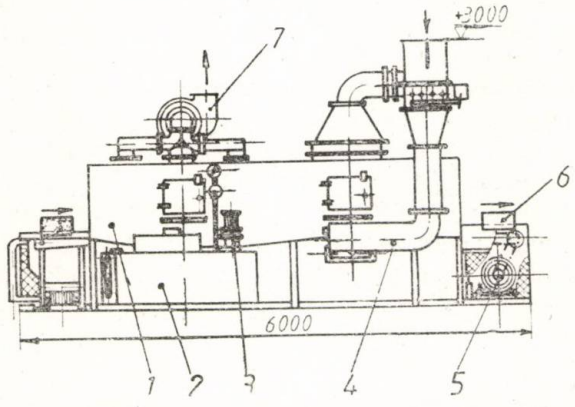


Fig. 8 Instalație de spălare cu soluții alcaline tip tunel.
1. tunel ; 2. rezervor ; 3. instalație de stropire ; 4. instalație de uscare ; 5. transportor ; 6. suport pentru piese ; 7. instalație de aspirație.

tră a unor sisteme — tip de proiecte, adîncind și mai mult tipizarea și modularea instalațiilor, permițînd astfel dotarea liniilor tehnologice cu faza de degresare alcalină, cu implicațiile ei majore asupra calității produselor.

Procedee de înaltă eficiență în atenția I.C.T.C.M.

Calitatea operațiilor de curățire — degresare poate fi sensibil îmbunătățită prin utilizarea, în cadrul instalațiilor de degresare — atît organică cît și alcalină — a unor procedee tehnice de vîrf, din ce în ce mai utilizate pe plan mondial.

Menționăm în primul rînd *degresarea cu ajutorul ultrasunetelor*. Echipamentul ultrasonic este ușor de montat și exploatat, putînd fi adaptat la instalațiile nou proiectate, cît și la cele aflate deja în funcțiune.

Fără a intra în amănuntele tehnologiei degresării ultrasonice, vom spune doar că prin efectul de cavitație al undelor ultrasonore la suprafața de contact metal — soluție curățitoare, lichidul este împins și apoi extras cu presiuni de ordinul miilor de bari din porii suprafeței metalice, realizîndu-se astfel un grad înalt de curățire. Rezultatele unei analize efectuate [3] sînt edificatoare în această privință :

— cantitatea inițială de impurități pe o piesă : 0,035 g ;
— după spălarea prin imersie : 0,003 g ;
— după spălarea prin stropire : 0,002 g ;
— după spălarea ultrasonică : 0,0004 g.

Echipamentele ultrasonice, care pînă de curînd se importau, au fost asimilate la noi în țară de către Centrul de Fizică Tehnică Iași. Printr-un contract de colaborare cu această instituție, I.C.T.C.M. a realizat dotarea laboratorului de pregătire a suprafețelor cu o instalație-pilot de degresare ultrasonică. În urma experiențelor făcute pe această instalație, a fost elaborată o tehnologie — cadru și a fost proiectată o serie de instalații de degresare cu solvenți organici și cu fază ultrasonică. Cercetările viitoare în acest domeniu prevăd trecerea la utilizarea ultrasunetelor și în cazul degresării alcaline.

Un alt procedeu de mare viitor este *degresarea cu soluții alcaline la temperatură joasă*. Pentru a putea implementa acest procedeu, care aduce economii foarte importante de energie — prin scăderea temperaturii de utilizare la 25—40°C — nu se pot utiliza, evident, degresanții alcalini clasici. Compoziția soluției de spălare trebuie total reconsiderată, sacrificîndu-se proprietățile „calorice" în favoarea celor „chimice". Prezența unei cantități suficiente de constituienți tensioactivi de înaltă performanță este condiția absolută necesară a degresării la temperatură joasă. Pe plan mondial au fost de curînd creați asemenea agenți degresanți.

I.C.T.C.M. își propune să insiste, în viitor, printr-o colaborare cu fabricile de detergenți, pentru asimilarea cît mai rapidă a acestor

Tipuri de instalații de spălare cu soluții alcaline elaborate de I.C.T.C.M. pentru OLTCIT

Tabelul 4

Tipul instalației	Organul de transport
Tunel traversant	Bandă transportoare
	Jgheab de rulare
	Conveior aerian
	Împingător pneumatic
Carusel	Furcă cu acționare hidraulică
Cabină	Cărucior cu acționare manuală
	Cărucior cu acționare pneumatică

agenți și în țara noastră, avînd în vedere marea economie de energie ce se poate realiza prin utilizarea acestui procedeu.

În fine, mai putem aminti (în cadrul procedeelor de înaltă eficiență) de *degresarea în vid*. Acest procedeu aflat și pe plan mondial abia în faza de experimentări, realizează, mai ales cînd este asociat și cu faza ultrasonică, cel mai înalt grad de curățire posibil, avînd largi aplicații, în industria optică, electronică, de mecanică fină, etc.

I.C.T.C.M. își propune ca în viitorul cincinal 1985—1990 să poată trece la aplicarea industrială a acestui procedeu de ridicată eficiență.

Concluzii

Această succintă prezentare a procedeelor de curățire a suprafețelor metalice prin spălare — degresare, precum și a rezultatelor obținute de I.C.T.C.M. în domeniul elaborării tehnologiilor — cadru de degresare și a sistemelor de instalații proiectate, urmărește să insiste asupra importanței introducerii acestor instalații în cadrul fluxurilor tehnologice din diferite ramuri industriale.

I.C.T.C.M. dispune deci, în prezent de două tipuri de tehnologii și instalații de degresare, experimentate, verificate în practică și omologate :

— tehnologie pentru **degresare cu solvenți organici,** recomandabilă în liniile de acoperiri metalice, vopsire, curățiri de precizie, etc.

— tehnologie pentru spălare — degresare cu soluții alcaline frecvent folosită în liniile de prelucrări mecanice, tratamente termice, etc.

În acest fel, după analiza diverselor solicitări ale beneficiarilor, poate apărea una din următoarele situații :

1 — încadrarea exactă într-una din pozițiile din sistemele tip de proiecte, caz în care se poate comanda direct execuția ;

2 — posibilitatea de a realiza instalația solicitată printr-o combinare a asamblării modulelor tipizate existente, faza de proiectare fiind astfel mult redusă ;

3 — instalația solicitată este cu totul specială (piese mari sau cu forme complicate, necesitatea de a se insista asupra curățirii anumitor zone sau orificii, etc.) caz în care trebuie elaborat un proiect nou.

Trebuie amintit, totuși, faptul că în industria noastră utilizarea acestor instalații și tehnologii de curățire prin spălare — degresare este încă restrînsă. Sînt destul de frecvente situațiile în care instalațiile de degresare fie că lipsesc cu desăvîrșire din fluxurile tehnologice, fie că au performanțe necorespunzătoare, fiind depășite tehnic.

Subliniem în încheiere că, în paralel cu acțiunea de ofertare la export a acestor instalații, I.C.T.C.M. București stă la dispoziția beneficiarilor interni cu toate rezultatele sale de pînă acum și cu întregul său potențial de cercetare — proiectare pentru rezolvarea oricăror solicitări în acest domeniu.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Pollack, A., Westphal, P.* : „Nettoyage et dégraissage des métaux" (Curățirea și degresarea metalelor)... Librairie Desforges Paris.

[2] *Wilmotte, R., Bénezech, J.* : „Practique et théorie des traitements de surfaces. Decapage. Degraissage". (Practica și teoria tratamentelor suprafețelor), vol. 1, 1975.

[3] *Jayard, B.* : „Aperçu sur... les techniques de nettoyage par ultrasons" (Aprecieri asupra... tehnicilor de curățire cu ultrasunete) — ULTRASONS ANNEMASSE.

[4] *x x x* : „La préparation aux dépots galvaniques" (Pregătirea pentru depunerile galvanice) în GALVANO-ORGANO, 1982, nr. 525, pg. 284.

[5] *x x x* : „La préparation aux dépots galvaniques" (Pregătirea pentru depunerile galvanice) în GALVANO-ORGANO, 1982, nr. 526, pg. 387.

[6] *Jansen, G., Tervoort, J.* : „Le dégraissage alcalin à basse temperature" (Degresarea alcalină la temperatură scăzută) în GALVANO-ORGANO, 1982, nr. 527, pg. 595.

CZ : 621.79.023

Tehnologii și instalații de pregătire a tablelor și profilelor prin curățire cu alice

Ing. Iorgu **NEDELCOVICI**, ing. Ion **CULDA** — I.C.T.C.M. București

Generalități

În general, tablele groase și profilele din oțel, după laminare, au pe suprafață oxizi complecși și aderenți, precum și pelicule de uleiuri sau unsori.

În cursul transportului și depozitării, straturile de oxizi sînt hidratate, umezeala și oxigenul corodează și degradează suprafețele. În cursul uzinării, aceste straturi de oxizi se exfoliază și distrug sculele, mașinile de prelucrare, iar la finisaj pun probleme deosebite

de curățire a suprafeței înainte de vopsire sau de acoperire metalică de protecție, pulberea de oxizi putînd chiar degrada produsul în faza finală.

În general, geometria complicată a ansamblului sau a produsului finit nu permite o curățire mecanizată a suprafețelor, consumînd o mare cantitate de manoperă și de materiale.

Curățirea și protecția centralizată a tablelor și a profilelor înainte de debitare oferă posibilitatea mecanizării complete a procesului, asigurînd acoperirea tuturor suprafețelor.

De asemenea, prelucrarea centralizată a suprafețelor, înainte de debitare, conduce la scăderea consumurilor energetice în ansamblu, la economii de suprafețe tehnologice ale instalațiilor, acestea putînd funcționa în hale ușoare.

În majoritatea cazurilor, procesul tehnologic de protecție a tablelor și profilelor din oțel se compune din următoarele operații :

1. transportul laminatelor în instalații ;
2. uscarea suprafețelor (cu diverși agenți termici) ;
3. aplicarea suprafețelor (cu alice din oțel împroșcate din aruncătoare centrifugale) ;
4. despărțirea suprafețelor ;
5. grunduirea cu grunduri pasivante cu uscare rapidă la aer ;
6. evacuarea și uscarea grundului ;
7. transportul din instalație în hala de fabricație.

Referitor la grundurile ce pot fi întrebuințate pentru pasivarea tablelor și profilelor, ele trebuie să îndeplinească următoarele condiții :

a) să se usuce în aer în 15—20 minute ;

b) să ofere protecție anticorozivă a suprafețelor pentru minimum 6 luni ;

c) să poată fi aplicate prin pulverizare manuală sau automată (cu roboți mecanici) ;

d) tablele și profilele pe care se aplică grundurile să poată fi sudabile ;

e) să fie compatibile cu vopselele și emailurile ce urmează a fi aplicate pe produsul finit ;

f) să nu degaje produși toxici în timpul sudurii ;

g) să fie aderente, elastice, rezistente la șocuri și la îndoiri, fără a se exfolia ;

h) să poată fi integrat în sistemele de acoperire pentru protecția produsului în diverse climate.

Alte condiții specifice pot fi impuse de modul de funcționare a produselor ce urmează a fi confecționate din tablele și profilele respective.

Categoriile de produse la care se impune protecția anticorozivă a tablelor și profilelor din oțel, înainte de debitare, sînt următoarele :

— mijloace de transport (autocamioane, locomotive, vagoane etc.) ;
— mașini agricole ;
— construcții metalice pentru hale, instalații tehnologice mijloace de ridicat ;
— utilaje și instalații pentru industria minieră ;
— utilaje și instalații pentru industria petrolieră ;
— construcții de cazane de diverse tipuri;
— utilaje grele ;
— utilaje pentru industria alimentară și morărit, utilaje hidroenergetice, utilaje și instalații frigorifice, utilaje pentru construcții și terasamente și pentru îmbunătățiri funciare ;
— construcții metalice pentru hidroameliorații ;
— construcții de nave maritime ;
— utilaje și echipamente speciale (table grcase și profile din oțel) etc.

În tehnologia modernă, pentru protejarea suprafețelor, este neapărat necesară curățirea de țunder și rugină. În acest scop, s-au executat instalații adecvate, atît pentru ansamble și subansamble, cît și pentru laminate, care constituie elemente componente frecvente în construcția de mașini.

Astfel, au fost realizate următoarele tipuri de instalații pentru curățirea de țunder și rugină :

— instalație automată de alicare-grunduire pentru table, tip vertical ;
— instalație automată de alicare-grunduire pentru table, tip orizontal ;
— instalație automată de alicare-grunduire pentru profile și benzi ;
— instalație de alicare manuală, cu 1, 2, 3 și 4 posturi de lucru.

Tehnologii și instalații pentru curățirea tablelor

În afară de curățirea manuală (cu perii de sîrmă, rașchete etc.) și sablarea cu nisip folosite de mult în industrie, mai pot fi menționate următoarele metode :

a — curățirea cu flacără ;

b — curățirea mecanică cu ciocane, perii rotitoare etc. ;

c — curățirea cu instalații mobile tip Vacu-Blast ;

d — curățirea cu alice (alicare) în instalații continue pentru table.

Dintre laminate, metoda de curățire cu alice se aplică în special tablelor groase pentru construcții navale.

Metoda cea mai productivă este curățirea cu alice în instalații continue, cu aruncătoare centrifugale de debite mari.

În aceste instalații, curățirea se face înainte de debitarea tablelor, fiind urmată — pînă la terminarea lucrării de o acoperire cu un grund de protecție împotriva coroziunii și apoi de vopsirea finală de protecție.

Alicele folosite trebuie alese corespunzător, deoarece cele cu o granulație prea mică nu produc o energie suficientă pentru desprinderea țunderului, iar cele prea mari vor cauza o rugozitate exagerată a suprafeței, fapt ce va conduce la un consum majorat de vopsea de protecție. Aceasta deoarece o bună protecție a suprafeței, pretinde ca grosimea stratului de vopsea să niveleze pe cît posibil asperitățile.

În același timp, trebuie avut în vedere că granulații prea mari ale alicelor nu vor favoriza acoperirea suprafeței considerate într-o măsură suficientă, deoarece rugina nu se va desprinde decît de pe porțiunile lovite de alice.

Adîncimea asperităților depinde de energia cinetică a alicelor (mărime și viteză) de duritatea lor și a materialului alicat și de durata de alicare. În diagramele din figurile 1 și 2 se vede raportul între diametrul alicelor, viteza de proiecție și mărimea asperităților.

Practica a demonstrat că alicele de diametru cuprins între 0,8...1,0 mm asigură rugozități optime, productivitate ridicată și calitate corespunzătoare a protecției.

Calitatea de suprafață obținută depinde și de gradul de ruginire a suprafeței. O suprafață cu rugină relativ nouă, în urma curățirii poate ajunge la rugozități de 150 μm, în timp ce pentru cele cu rugină veche s-au constatat rugozități pînă la 650 μm.

De aici rezultă necesitatea ca tablele, înainte de a fi ținute prea mult în depozite, unde ar putea rugini excesiv, să fie curățate, iar apoi să li se aplice un strat de protecție care să le asigure conservarea pînă la folosirea în procesul de producție.

Trecerea tablelor prin instalația de curățire se poate face în poziție orizontală sau verticală. Transportul tablelor prin instalație necesită construcții mecanice robuste, precum și poziționarea adecvată și sigură a tablelor, pentru a se permite o împroșcare cu alice nestingherită, cu forță optimă și uniformă.

Unii constructori preferă **poziția orizontală** a tablelor (fig. 3) pentru următoarele considerente :

— stocarea se face în mod obișnuit pe orizontală și deci se evită instalațiile de ridicare verticală ;

— transportul, cu instalațiile de ridicare magnetice sau mecanice, se face, de asemenea, pe orizontală ;

— trecerea prin mașina de îndreptat și tăierea cu flacără se face tot pe direcția orizontală.

Ca argumente contrare se remarcă dificultățile ce apar :

— la realizarea instalației de curățire pe ambele fețe pentru tablele late ;

— odată cu necesitatea îndepărtării pulberii metalice rămase pe fața superioară.

Se preferă însă **poziția verticală de curățire** a tablelor (fig. 4), căci amplasarea aruncătoarelor de alice și pulverizarea cu grund se pot rezolva în mod avantajos, iar pulberea metalică cade ușor de pe suprafață.

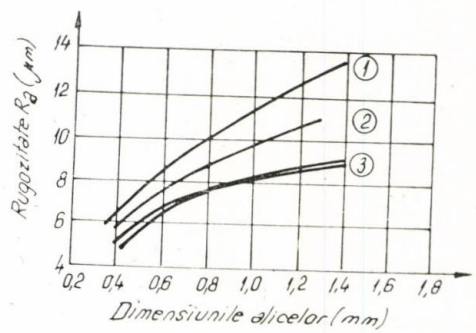


Fig. 1 Influența dimensiunii alicelor și durității materialului alicat asupra rugozității obținute. (Alice din fontă, sferice, viteze de proiecție 75 m/s).
Duritatea materialului (oțel) : 1 — 155 HV ; 2 — 220 HV ; 3 — 212 HV.

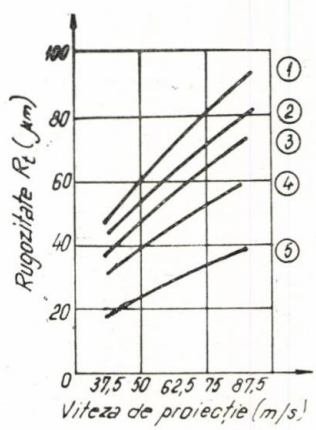


Fig. 2 Influența dimensiunii și vitezei de proiecție a alicelor asupra rugozității obținute (Alice sferice).
Dimensiunea alicelor (în mm) : 1 —0,7—0,8 mm ; 2 — 0,6—0,7 mm ; 3 — 0,5—0,6 mm ; 4 — 0,4—0,5 mm ; 5 — 0,3—0,4 mm.

Ținînd seama de aceste avantaje, precum și de faptul că aceste instalații sînt mai simple și au durate de exploatare mai îndelungate, astăzi, în producție, se utilizează frecvent

instalații de alicare a tablelor cu transport pe verticală. Asemenea instalație se caracterizează prin următoarele :

— antrenarea se efectuează prin rolele inferioare, ele servind atît pentru sprijin, cît și pentru transport ;

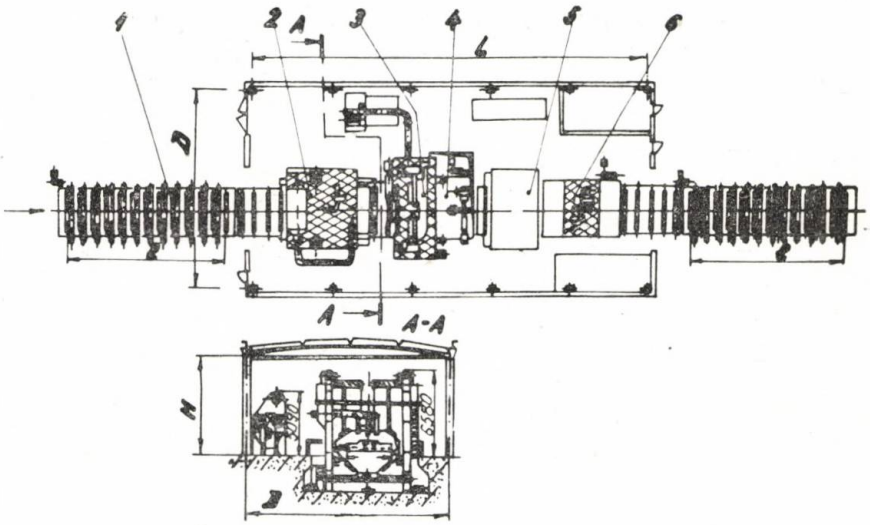


Fig. 3 Instalația de alicare-grunduire pentru table cu transport pe orizontală.

1 — instalația de transport ; 2 — cameră de uscare și preîncălzire ; 3 — cabină de alicare ; 4 — cameră de desprăfuire ; 5 — instalație de grunduire ; 6 — tunel de evaporare.

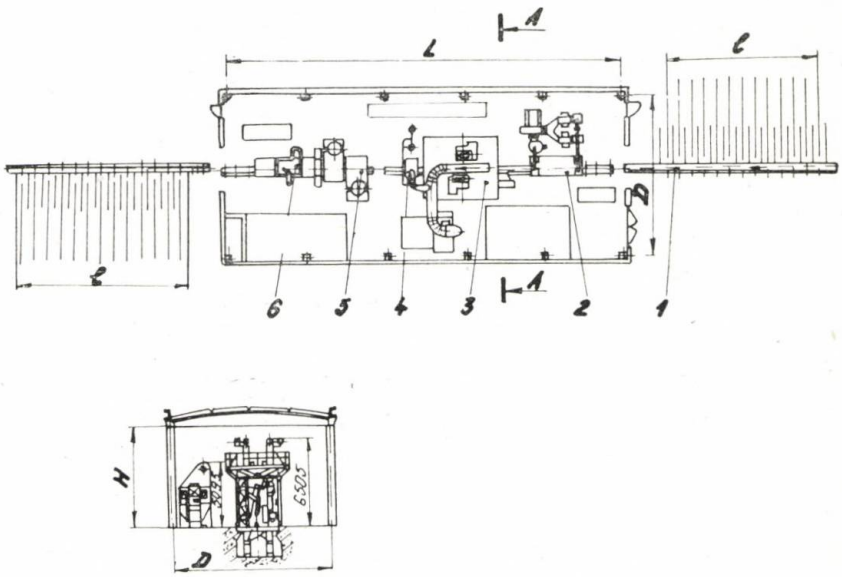


Fig. 4 Instalația de alicare-grunduire pentru table cu transport pe verticală.

1 — instalația de transport ; 2 — cameră de uscare și preîncălzire ; 3 — cabină de alicare ; 4 — cameră de desprăfuire ; 5 — instalația de grunduire ; 6 — tunel de evaporare.

— tabla se consideră corect condusă dacă este înclinată cu un unghi de 5...10° față de verticală ;

— asigurarea stabilității se face prin sprijinirea pe role libere fixate pe o baterie de reazem, înclinată (fig. 5) ;

— ridicarea pe verticală se realizează prin niște mecanisme robuste și sigure în funcționare, menite a alimenta continuu instalația ;

— după trecerea prin instalația de curățire și pasivizare, tablele sînt readuse

în poziție orizontală prin intermediul unui mecanism similar, pentru a realiza mai departe transportul pe orizontală.

Viteza de deplasare a tablelor pe parcursul instalației este dependentă, în special, de numărul și debitul aruncătoarelor de alice.

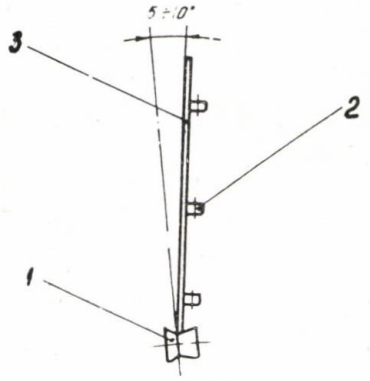


Fig. 5 Schema sprijinirii și ghidării tablei în poziție verticală.
1 — rolă inferioară de ghidare, antrenată ; 2 — rolă laterală de ghidare, liberă ; 3 — tablă.

Astfel se constată existența unei game largi de viteze folosite în limitele de la 0,5 m/min, pînă la 4 m/min.

Starea diferită a tablelor (adică gradul diferit de aderență a țunderului și vechimea ruginii), precum și variația calitativă și dimensională a alicelor folosite impun necesitatea ca instalația de curățire să aibă posibilitatea reglării continue a vitezei, de la simplu la triplu.

Valorile caracteristice ale instalațiilor tipizate de protecție anticorozivă a tablelor groase, realizate de I.C.T.C.M. sînt redate în tabelul 1.

Tehnologii și instalații pentru curățirea profilelor laminate

Curățirea profilelor laminate și platbandelor este necesară în vederea protecției contra coroziunii a construcțiilor realizate cu ajutorul lor.

Metoda actuală de curățire cu alice (fig. 6), aproape unanim folosită în ultimul timp, este menită a înlocui metodele mai vechi de curățire cu ciocane, cu perii de sîrmă, cu flacără, etc.

Importantă, în cazul curățirii profilelor, este așezarea acestora pe transportul cu role, astfel încît toate suprafețele să fie expuse

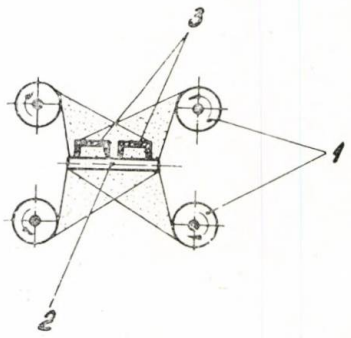


Fig. 6 Schema curățirii profilelor cu avans longitudinal.
1 — aruncătoare de alice ; 2 — rolă de sprijin ; 3 — profile.

jeturilor de alice, fără să se suprapună, dar nici să nu rămînă spații mari neatacate.

Curățirea cu alice în flux continuu se pretează foarte bine în cazul profilelor, care pot fi curățate în instalații prevăzute cu transportoare cu role (fig. 7), care asigură curățirea simultană a mai multor categorii de profile pe mai multe fire, sau introducerea profilelor mari pe un singur fir.

Tipodimensiunile instalațiilor de alicare — grunduire pentru table

Tabelul 1

Simbolul instalației, cu deplasarea tablei pe verticală sau orizontală	Dimensiunile maxime ale tablelor [mm]			Productivitatea instalației [m²/h]	Dimensiunile halei în care se înscrie instalația [m]		
	h	*d*	*l*		*H*	*D*	*L*
Transport pe verticală							
V 2000	30	2000	12000	60	6,7	12	30
V 2500	40	2500	12000	75	7,0	12	30
V 3000	50	3000	12000	90	8,0	12	30
Transport pe orizontală							
H 2500	40	2500	16000	150	7,5	15	30
H 3000	50	3000	16000	200	7,5	15	30

La aceste instalații, aruncătoarele de alice sînt dispuse lateral, jeturile de alice fiind dirijate perpendicular față de direcția de înaintare a profilelor. În acest mod, se realizează simultan curățirea unui număr maxim de suprafețe.

catelor, operația de curățire a țunderului, a ruginii, precum și a cordoanelor de sudură se execută după asamblare. În aceste situații, curățirea se face în camere special amenajate, în care piesele sînt introduse cu ajutorul unor vagoneți, transportoare cu role etc.

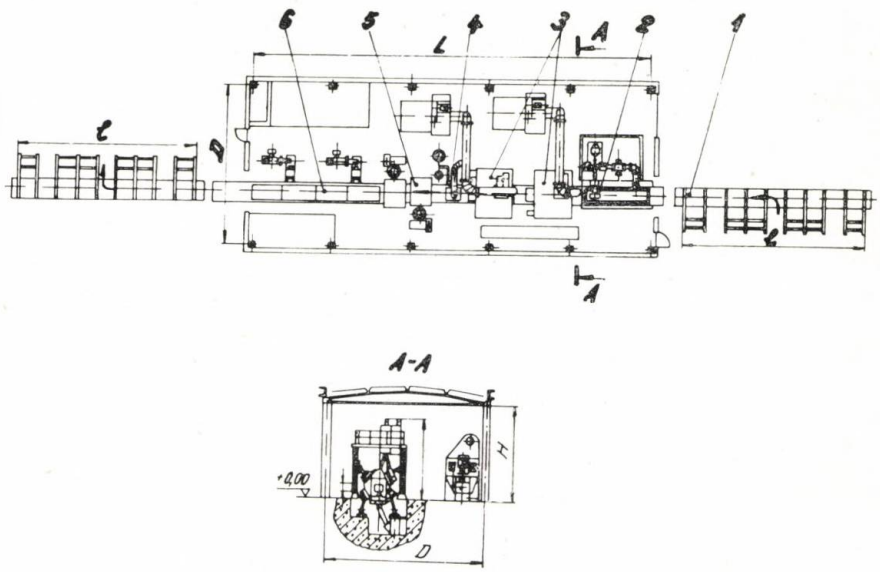


Fig. 7 Instalația de alicare-grunduire pentru profile și benzi.

1 — instalație de transport ; 2 — cameră de uscare și preîncălzire ; 3 — cabină de alicare ; 4 — cameră de desprăfuire ; 5 — instalație de grunduire ; 6 — tunel de evaporare.

În cazul profilelor mari, curățirea se face cu aruncătoarele dispuse longitudinal, cu împroșcare simultană pe toate fețele.

În ceea ce privește procesul de curățire în sine, acesta presupune erodarea țunderului și a ruginii pînă la obținerea unor suprafețe metalice curate. În acest scop, este necesar ca, funcție de lotul de profile introdus, să se facă probe pentru alegerea vitezei optime de avans prin instalație, pentru stabilirea granulației și calității alicelor.

Dimensiunile alicelor de oțel (rotunde sau tăiate din sîrmă), frecvent utilizate, sînt cuprinse între 0,8...1,0 mm.

Caracteristicile instalațiilor tipizate de protecție anticorozivă a profilelor realizate de I.C.T.C.M. sînt prezentate în tabelul 2.

Curățirea recipienților, vagoanelor și construcțiilor metalice diverse

În general, pentru realizarea de recipienți pentru industria chimică, a vagoanelor și a diverselor construcții metalice, se recomandă folosirea de laminate care au fost curățate și pasivizate înainte de realizarea ansamblului respectiv.

Cînd, însă, volumul producției nu permite efectuarea de investiții pentru realizarea unor instalații de curățire prealabilă a semifabri-

Curățirea se execută cu aparate pneumatice, în care duzele de împroșcat alice sînt manevrate de sablori, dotați cu echipament special de protecție.

Aparatele folosite funcționează la presiuni de 2...5 daN/cm^2, funcție de grosimea materialului curățat, de starea suprafeței lui și felul alicelor folosite.

Tipodimensiunile instalațiilor de alicare — grunduire pentru profile și benzi

Tabelul 2

Simbolul instalației	Dimensiunile maxime ale profilelor [mm]			Productivitatea instalației [m^2/h]	Dimensiunile halei în care se înscrie instal. [m]		
	h	*d*	*l*		*H*	*D*	*L*
P 600	600	300	12000	20	7,0	12	30
P 900	900	350	12000	30	7,0	12	30
P 1200	1200	400	12000	40	7,0	12	30

Avînd în vedere diversitatea construcțiilor ce se pot curăți în stare asamblată, pentru alegerea alicelor de curățire se se va ține seama de indicațiile date la diversele tipuri de laminate (table, profile).

Pentru **construcțiile din tablă subțire**, se recomandă alice cu granulații fine, cuprinse între 0,2...0,4 mm.

Pentru a împiedica deformarea suprafețelor curățate, se va alege prin încercări **presiunea de lucru,** care va fi de 2...3 daN/cm^2, pre-

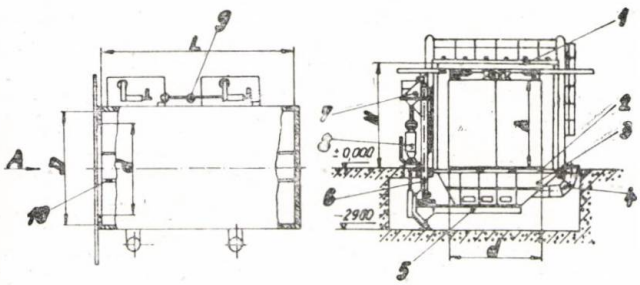


Fig. 8 Componența instalației de curățire tip cameră cu alice și aer comprimat.

1 — cameră propriu-zisă ; 2 — platformă metalică ; 3 — colector de alice ; 4 — instalație de ventilație ; 5 — transportor cu melc ; 6 — elevator ; 7 — separator pneumatic ; 8 — aruncător pneumatic de alice ; 9 — filtru de aer ; 10 — transportor.

cum și **distanța între duză și suprafața** respectivă, care se recomandă să fie de 0,3...0,6 m.

Scopul este de a obține o bună curățire, iar rugozitatea suprafeței să nu depășească 80 μm, căci altfel s-ar majora nejustificat consumul de grund de protecție.

Compunerea instalațiilor tip cameră de curățire cu alice a ansamblelor sudate, realizate de I.C.T.C.M. este prezentată în figura 8, iar caracteristicile acestora se pot urmări în tabelul 3.

Tipodimensiunile instalațiilor de curățire cu alice și aer comprimat, tip cameră

Tabelul 3

Numărul posturilor de lucru		1	2		3		4	
Lungimea cabinei L [m]		6	9	12	15	18	21	24
Lățimea x	6x4	x	x	x	x			
înălțimea	6x5	x	x	x	x	x		
BXH [m]	6x6		x	x	x	x	x	x
	7x5			x	x	x	x	x
	7x6				x	x	x	x
	7x7				x	x	x	x
	8x6					x	x	x
	8x7					x	x	x
	8x8					x	x	x

BIBLIOGRAFIE

[1] *Sokolov, A. N., Lipnițchi, A. M.* : Mecanizarea lucrărilor de debavurare și curățire a pieselor turnate.
Traducere din limbă rusă, I.D.T., 1958.

[2] *Vörös, D.* : Curățirea pieselor turnate.
Editura tehnică, București, 1979.

[3] *Horovitz* : Les instalations de décapage mécanique.
Revista „Oberfläche-Surface", ediția 1982.

[4] *x x x* : Naviers, ports, chantiers, 1963.

[5] *x x x* : Métallurgie et construction mécanique, 1961.

CZ : 669.263.6

Durificarea prin cromare a suprafețelor interioare mari, folosind surse de curent de joasă intensitate

Ing. Antoaneta **MARINESCU** — I.C.T.C.M. București

Cromul dur este singura depunere capabilă să asigure protecție față de solicitările complexe, la care sînt supuse în exploatare echipamentele din industria extractivă, industria chimică, aeronautică, tehnica nucleară etc.

Realizarea electrodepunerilor de crom cu rezistență la coroziune, frecare, uzură, abraziune etc., prin procedeele cunoscute, este condiționată însă de o serie de factori, care se referă — în primul rînd — la particularitățile dimensionale și de configurație geometrică ale pieselor respective. Astfel, în cazul suprafețelor cilindrice foarte mari, aplicarea procedeelor convenționale de cromare dură nu este posibilă, nu numai din cauza surselor de curent de intensități foarte mari necesare, ci și din imposibilitatea dirijării proceselor de electroliză. În plus, cromarea interioară a pieselor foarte lungi nu poate fi realizată practic prin procedeele clasice cunoscute, din cauza unor deficiențe legate de distanța mică dintre electrozi, a cantităților reduse de electrolit și deci a concentrației scăzute în ioni metalici, în stratul dublu electric adiacent catodic, a dispersiei neuniforme etc.

Elaborarea unei noi metode de durificare a suprafețelor interioare mari, care să elimine aceste neajunsuri, a necesitat studierea și experimentarea electrodepunerilor de crom dur în mai multe variante tehnologice, neconvenționale.

În acest scop, s-a imaginat un procedeu de cromare la care sistemul anodic a fost astfel conceput, încît prin dimensiunile și mișcarea sa rectilinie, uniformă sau variabilă, cu o viteză determinată, să conducă la deplasarea potențialului de depunere astfel încît să asigure polarizarea catodică corespunzătoare treptelor de reducere a cromului, de la valența 6^+ la valența zero (crom metalic).

Procedeul utilizează montajul redat schematic în figura 1. Anodul, acționat prin intermediul unei tije port-anod de un motoreductor, se deplasează cu viteză de 12...20 m/min.

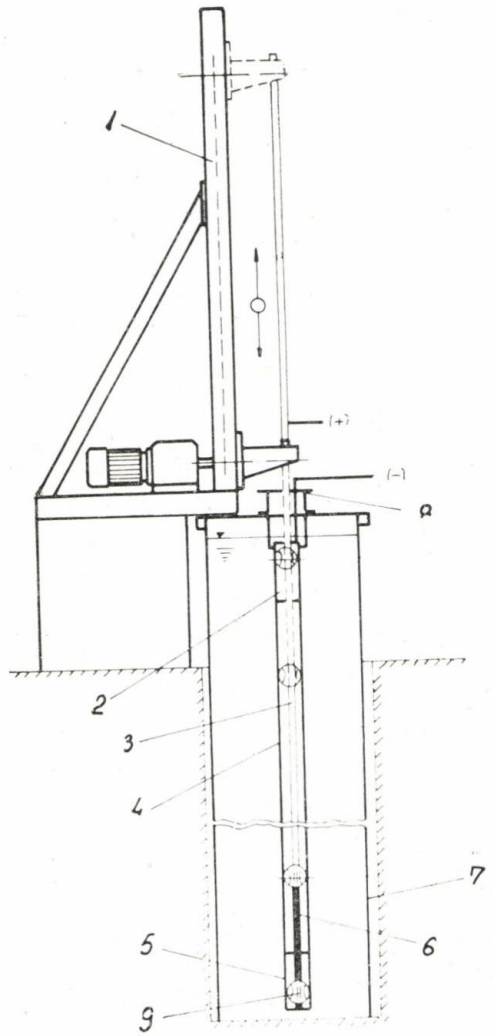


Fig. 1 Schema dispozitivului de cromare cu anod mobil.

1 — dispozitiv cromare ; 2 — prelungitor superior țeavă ; 3 — port anod ; 4 — țeavă pentru cromare ; 5 — prelungitor inferior țeavă ; 6 — anod cromare ; 7 — baie pentru cromare ; 8 — dispozitiv - susținere țeavă ; 9 — distanțier teflon.

În scopul asigurării unei centrări perfecte a anodului față de catod, acesta a fost prevăzut cu ecrane distanțiere, a căror configurație geometrică și poziționare pe suprafața anodului s-au determinat experimental.

Distanțierele trebuie să asigure, de asemenea, un efect de ecranare pentru liniile de curent de la extremitățile catodului și de vehiculare a electrolitului în spațiul catodic.

În decursul experimentărilor, pe baza măsurătorilor de potențial, s-a urmărit mecanismul transformării suprafeței metalice în timp, reacțiile de electrodepunere desfășurîndu-se în fiecare moment, diferit, datorită modificării continue a condițiilor de electroliză cu anod mobil.

S-a cercetat, de asemenea, influența difuziei ionilor din soluție asupra electrocreșterii depunerii de crom, în scopul evitării neuniformităților de strat și deci al formării depunerilor macrorugoase.

Prin variația vitezei de deplasare a anodului, s-a urmărit modul în care transferul ionic conduce la creșteri neuniforme ale stratului de crom.

Întrucît, din punct de vedere tehnologic, este deosebit de importantă depunerea cromului fără consum inutil de energie (datorat degajării de hidrogen) — s-a acționat asupra tuturor factorilor care favorizează depunerea cromului cu randament maxim posibil.

Datele rezultate în urma cercetărilor au condus la definitivarea factorilor determinanți în realizarea depunerilor de crom dur, utilizînd procedeul cu anod mobil.

S-a stabilit, astfel, că forma și dimensiunile anodului sînt în relație directă cu parametrii de ameliorare a capacității de dispersie a electrolitului și cu distribuirea uniformă a liniilor de curent.

Ținînd cont de aceste concluzii, s-a determinat lungimea optimă a anodului, utilizînd relația :

$$\pi d l h \rho = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z} \cdot I \cdot t$$

în care :

d = diametrul interior al tijei supusă cromării ;
l = lungimea tijei (catodul) ;
h = grosimea stratului de crom depus ;
ρ = masa specifică a metalului depus
F = numărul lui Faraday ;
A = masa atomică a cromului ;
Z = valența cromului ;
I = intensitatea curentului ;
t = timpul în care un element de suprafață catodică este supus influenței anodului, adică supus unor linii de curent perpendiculare (se neglijează efectul de margine).

Dacă :

$$t = \frac{l_a}{v}$$

în care :

l_a = lungimea anodului ;
v viteza de deplasare a anodului

Relația (1) devine :

$$l_a = \pi \frac{d \cdot l \cdot h \cdot \rho \cdot v \cdot F \cdot Z}{A \cdot I}$$

Gama variabilă de valori obținute cu această relație, verificate experimental, a permis determinarea lungimii optime a anodului corelată cu diametrul și lungimea catodului.

În acest fel, s-a stabilit că lungimea optimă a anodului utilizat în acest sistem nu depășește o treime din lungimea piesei care se cromează ; ca urmare suprafața catodică este micșorată la circa o treime din suprafața totală, iar intensitatea de curent necesară se micșorează proporțional.

Pentru asigurarea uniformității grosimii stratului depus tija trebuie prelungită la ambele capete cu cîte o lungime egală cu lungimea anodului (l_a).

Aceste prelungitoare pot fi izolate astfel, încît să se evite consumul inutil de metal depus în timpul electrolizei (fig. 1).

Electrolitul utilizat pentru aplicarea acestui procedeu este cel clasic cu compoziția : CrO_3 — 300...350 g/l ; H_2SO_4 — 3...3,5 g/l ; Cr^{3+} + Fe — max. 15 g/l. Densitatea de curent folosită este de 40...50 A/dm^2, iar temperatura electrolitului de 55...60°C. Procedeul poate fi aplicat și electrolitului cu autoreglare la care randamentul de curent este considerabil mărit.

Concluzii

Procedeul de cromare cu anod mobil, elaborat în urma studiilor și experimentărilor efectuate, permite realizarea depunerilor de crom aderente, microcristaline, cu o rețea de fisuri fine și uniforme (fig. 2) caracteristice cromului dur.

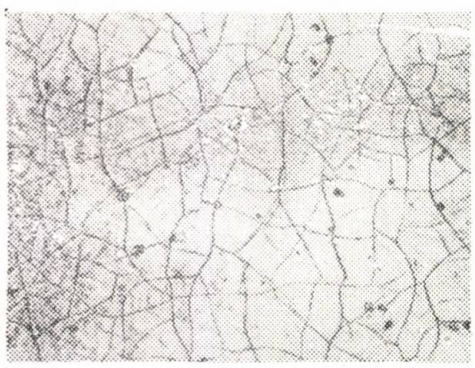


Fig. 2 Microstructura pe suprafețe a depunerii de crom dur 500 x. Atac electrolitic în soluție de tiosulfat de sodiu 10%.

Microduritatea acestor depuneri, determinată cu microdurimetrul Haneman cu sarcina de 50 g, este cuprinsă în domeniul 110 ... 1300 HV.

Uniformitatea depunerii, determinată microscopic prin zone prelevate din secțiuni transversale și longitudinale, s-a încadrat în performanțele și restricțiile unei depuneri „la cotă fixă", cu variații mici de grosime.

Aplicarea, în condiții industriale de lucru, a procedeului de cromare cu anod mobil, la cilindri cu lungimi de circa 2000 mm și ∅30 ... 35 mm, a confirmat reproductibilitatea rezultatelor obținîndu-se (și în aceste condiții) depuneri de crom dur cu aderență perfectă, structură fină, aspect lucios, grosime uniformă, duritate ridicată (fig. 3).

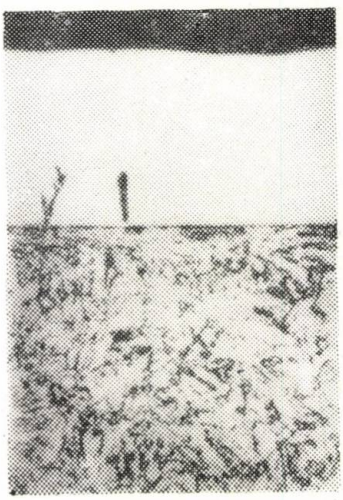


Fig. 3 Microstructura în secțiune a depunerii de crom dur 500 x. Atac nital 2%.

Prin aceste performanțe, noul procedeu de cromare răspunde cerințelor tehnologiilor moderne aplicate în tehnica protecției suprafețelor metalice și anume : reducerea consumului energetic și de materiale, creșterea calității, posibilitatea durificării suprafețelor interioare de orice lungime și diametre mici, folosind surse de curent de joasă intensitate.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Bard, A.J., Faulkner, L. R.* : Electrochemical Methods — Fundamentals and Applications, New-York, 1980.

[2] *Bockris, I.O.M., Reddy, A.K.N.* : Modern Electrochemistry,Plenum Press, New-York, 1973.

[3] *Greenwood, I.D.* : Hard Chromium Plating, 2-nd ed., Robert Drape Ltd., Teddington, 1971.

[4] *Morisset, P.* : Chromage dur et décoratif, C. Information, 1970.

[5] *Scorcelletti, V.V.* : Teoreticeskaia electrohimia, Himia, Leningrad, 1974.

[6] *Thirsk, H.R., Harrison, J.A.* : Guide to the Study of Electrode Kinetics, Academic Press, London — New-York, 1972.

[7] *Weiner, R.* : Die Galvanische Verchromung, Eugen G. Leuze Verlag, Saulgau — Württ, 1974.

[8] *Wilmatt, R., Benzech, J.* : Practique et theorie des traitements de surface, vol. I, B.P.I., Paris, 1975.

[9] *x x x* : Canning Handbook on Electroplating, W. Canning et co Ltd. Birmingham. 1974.

[10] *x x x* : Metal Finishing Guidebook, Metals and Plastics Publ. Inc. New-York, 1981.

CZ : 669.248.6

Electrodepuneri de nichel în strat gros, utilizate în tehnica forjării

Ing. Gheorghe **ANDONIANȚ** — I.C.T.C.M. București

Acoperirile electrolitice cu nichel, în afară de utilizarea lor tradițională pentru scopuri decorative-protectoare, în ultimii ani, se aplică, din ce în ce mai mult, în scopuri funcționale. Una din aceste întrebuințări se referă la protejarea oțelului în timpul forjării, și constă în aplicarea unor straturi groase de nichel.

Din gama largă a oțelurilor care se prelucrează prin forjare, cu excepția unor oțeluri inoxidabile, toate sînt susceptibile, în timpul încălzirii lor pînă la temperatura de forjare și în timpul forjării, unui fenomen de decarburare, care evident diminuează caracteristicile mecanice al materialului.

Condițiile determinate care asigură succesul unei protecții corespunzătoare în cazul de față sînt : obținerea unei aderențe perfecte între metalul de bază și stratul protector de nichel și caracteristicile stratului de nichel, care trebuie să fie uniform, compact, lipsit de tensiuni și avînd o grosime suficient de mare.

În vederea realizării acestor obiective, s-au efectuat experimentări de laborator, care au urmărit :

— optimizarea fluxului tehnologic de pregătire, diferențiat pe categorii de oțeluri ;

— selectarea compoziției și a parametrilor de lucru pentru electrolitul de nichelare ;

— determinarea grosimii optime pentru stratul de nichel.

În scopul stabilirii unui flux optim de pregătire a suprafeței, epruvetele au fost supuse operațiilor cunoscute de degresare în solvenți organici, degresare chimică alcalină și degresare anodică alcalină, după care au fost decapate și activate în soluții specifice funcție de calitatea oțelului și — în sfîrșit — au fost acoperite cu un strat de nichel din electrolit Watts, cu o grosime de peste 50 μm.

Aprecierea rezultatelor s-a făcut prin examinarea la microscopul optic și electronic a epruvetelor secționate.

Au fost, astfel, testate soluții de decapare folosind diferite concentrații de acizi minerali, amestecuri de acizi, soluții de decapare anodică acidă și de lustruire electrolitică și activare, selectare din literatura de specialitate.

Cele mai bune rezultate, confirmate în urma testării pe sortimente de oțeluri, au fost obținute folosind succesiunea de operații specifice de decapare și activare, redate în tabelul 1.

După efctuarea operațiilor conform tabelului 1, epruvetele se supun operației de nichelare fiind introduse în baia sub tensiune.

În scopul selectării și optimizării electrolitului de nichelare pentru a obține un strat compact, uniform, continuu și netensionat, s-au testat mai multe tipuri de electroliți. Cei mai reprezentativi sînt prezentați în tabelul 2.

Operații specifice de decapare-activare

Tabelul 1

Nr. crt.	Metalul de bază	Operația tehnologică	Compoziția soluției		Parametrii tehnologici		
			Constituenți	Concentrație [g/l]	Temperatura [°C]	Densitate de curent [A/dm²]	Timpul [min]
1	Oțeluri nealiate și slab aliate (suma elementelor de aliere sub 5%)	Decapare	Acid clorhidric	30-60	18-25	—	1,5—2
		Spălare în contracurent	Apă deionizată	—	18-25	—	1—2
		Activare-nichelare Wood	Clorură de nichel Acid clorhidric	400 40	18-25	5	2
2	Oțeluri înalt aliate (suma elementelor de aliere peste 5%)	Decapare	Clorură ferică	250-320	18-25	—	1,5—2,5
		Spălare în contracurent	Apă deionizată	—	18-25	—	1—2
		Activare-nichelare Wood	Clorură de nichel Acid clorhidric	400 40	18-25	—	2

Electroliții de nichelare testați

Tabelul 2

Nr. crt.	Tipul electrolitului	Parametrii de lucru				Grosime [μm]	Observații asupra structurii stratului
		Dens. de curent [A/dm²]	Temperatura [°C]	Agitare	Timp [ore]		
1	Watts	2,5—3	50—60	da	3	120-150	Pori și dendrite
2	Watts cu agenți de luciu	4,5—5	50—55	da	2,5	130—160	Strat tensionat
3	Sulfamat	5,5—6,5	50	da	2	140—170	Pori-neuniformitate
4	Watts cu adaos de: Zaharină 0,5 g/l Lauril sulfat de sodiu — 0,5 g/l	3,5	50—60	da	3	150—180	Strat uniform, continuu compact și netensionat

Epruvetele, supuse pregătirii specifice conform tabelului 1, au fost nichelate folosind electroliții și parametrii prezentați în tabelul 2. Testările efectuate, prin secționarea epruvetelor și examinarea lor prin metoda microscopică, au condus la concluzia că structura convenabilă este cea obținută folosind electrolitul Watts, modificat prin adiționare de zaharină și substanță tensioactivă (electrolitul nr. 4).

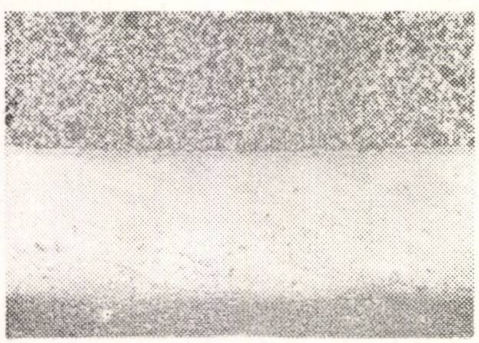
Adaosurile de substanțe organice utilizate influențează procesul de reducere catodică a nichelului, atît prin modificarea cineticii reacției, cît și în ceea ce privește mecanismul de absorbție, reducere și înglobare a ionilor metalici, producînd schimbări semnificative în orientarea preferențială a dizlocației cristaline. Astfel, structura obținută, examinată cu ajutorul microscopului (fig. 1, a), prezintă o structură fină, cu o creștere uniformă pe direcțiile din planul paralel cu suprafața catodică.

În figura 1, b este prezentat aspectul stratului de nichel necorespunzător obținut în electrolitul 1 (tab. 2).

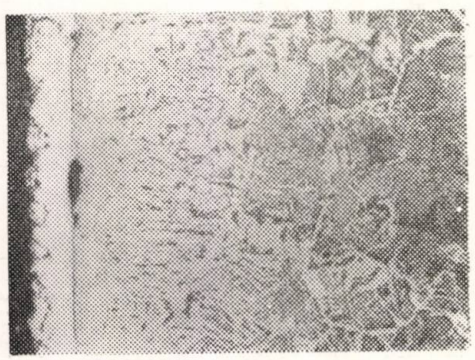
Cu toate acestea, oricît de uniform și compact ar fi stratul de nichel, el nu poate proteja metalul de bază în timpul încălzirii la 1100°C — temperatura necesară forjării — decît dacă are o anumită grosime.

Pentru stabilirea grosimii optime a stratului de nichel, epruvetele din oțelurile studiate au fost acoperite cu straturi de diferite grosimi, au fost supuse încălzirii la 1100°C și apoi au fost secționate și examinate la microscop.

S-a constatat că straturile avînd grosimi mai mici de 80 ... 100 μm nu protejează oțelul, observîndu-se la periferia metalului de bază zone decarburate, iar între stratul de nichel și metalul de bază apar zone neaderente, oxidate. Aceasta este ilustrată în figura 2.



a



b

Fig. 1 Structura straturilor de nichel (160 : 1): a. strat uniform și compact; b. strat gros.

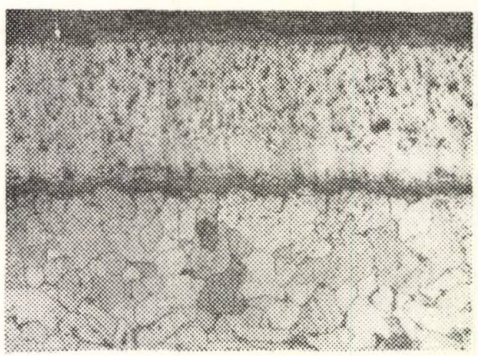


Fig. 2 Structura stratului de nichel: grosimea 80 μm (160:1).

Pentru grosimi ce depășesc 120 μm, se constată o protecție perfectă a metalului de bază. Astfel, revenind la figura 1, a, se observă că metalul de bază nu-și modifică structura; astfel nu apar zone decarburate, iar stratul de nichel este aderent și uniform.

Concluzii

În baza rezultatelor prezentate, s-a elaborat o tehnologie industrială de nichelare specifică pentru protecția oțelurilor în timpul forjării, care constă din următoarele operații tehnologice: degresare în solvenți organici, degresare chimică alcalină, degresare anodică, spălare, decapare în acid clorhidric (pentru oțeluri nealiate și slab aliate) și, respectiv, în soluție de clorură ferică (pentru oțeluri înalt aliate, spălare, nichelare-activare Wood (conform datelor din tabelul 1), nichelare în electrolitul Watts modificat (conform datelor din tabelul 2), spălare, spălare caldă și uscare.

În urma aplicării acestei tehnologii, se obțin straturi de nichel cu grosimea de peste 120 μm aderente, compacte, uniforme și lipsite de tensiuni, care asigură o protecție corespunzătoare contra decarburării.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Eelmotte, R., Benezech, J.:* Practique et theorie des tratament surface, Ed. B.P.I., Paris, 1975.

[2] *x x x:* Guidbook Directory Metal Finishing 1978.

[3] *x x x:* Handbuch der Galvanotechnic Band 1. Teil 1. Carl Hanser Verlag — München 1963.

[4] *Oniciu, M., Grunwald, E.:* Galvanotehnica, Ed. Științifică și enciclopedică, București, 1980.

CZ : 541.13

Depuneri metalice realizate pe cale electrochimică

Ing. Liana **ROMAN** — I.C.T.C.M. București

Generalități

Pierderile de metal în funcționarea unor piese din construcția de mașini, ca urmare a fenomenelor de uzură și coroziune, prezintă o pondere mare în ansamblul consumului de metale.

Deoarece uzura, griparea și coroziunea sînt exclusiv fenomene de suprafață, utilizarea acoperirilor metalice (pentru creșterea rezistenței la efectele distructive) cu materiale mai ieftine este în prezent o preocupare importantă pentru cercetare).

Utilizarea unui material de bază mai ieftin, care satisface caracteristicile de rezistență și tenacitate impuse, modificînd numai compoziția superficială în scopul conferirii unor proprietăți adiționale de rezistență la uzură, gripare și coroziune, duce la reducerea consumului de metale deficitare și scăderea prețului de cost, concomitent cu îmbunătățirea performanțelor pieselor în exploatare.

Unul din procedeele electrochimice clasice de mărire a rezistenței la uzură și de prelungire a duratei de funcționare a pieselor este cromarea dură a oțelurilor și fontelor.

Cercetări mai recente au dus la elaborarea unor tehnologii complexe de tratament al suprafeței metalelor, prin care se conferă acestora caracteristici tribologice superioare.

Unul din cele mai noi procedee din acest domeniu constă în depunerea, pe piese din oțel-carbon, pe cale electrochimică, a unui strat de aliaj cupru—staniu (cu conținut de cca 20% Sn), urmată de un tratament termic de difuzie.

Stratul superficial, realizat astfel, are proprietăți de rezistență la uzură și gripare identice sau superioare bronzului convențional, precum și proprietăți excelente de acomodare toate acestea permit ca piese din oțel tratate să înlocuiască piese din alamă sau bronz masiv.

Electroliți pentru depunerea aliajului cupru-staniu

Potențialul standard de electrod al cuprului este de +0,377 V, iar al staniului de —0,136 V. Diferența de 0,5 V dintre potențialele celor două metale face foarte dificilă codepunerea lor din soluții simple, în care acestea se găsesc sub formă de ioni bivalenți. Electrodepunerea aliajului cupru-staniu este posibilă numai în condiții de complexare a unuia din metale în electrolit, avînd ca rezultat apropierea potențialelor de depunere.

În figura 1 este ilustrată diferența netă existentă între curbele de polarizare individuale ale cuprului și staniului și curba de polarizare a aliajului cupru-staniu realizată în baia de pirofosfat.

Electrodepunerea aliajului cupru-staniu se poate face din diverse tipuri de electroliți complecși ca: cianură de cupru-fosfat de staniu, cianură de cupru-sulfat de staniu,

pirofosfat de cupru și de staniu etc. Cel mai răspîndit electrolit este de tipul cianură de cupru-stanat de sodiu, în care cuprul se află sub formă de ioni complecși.

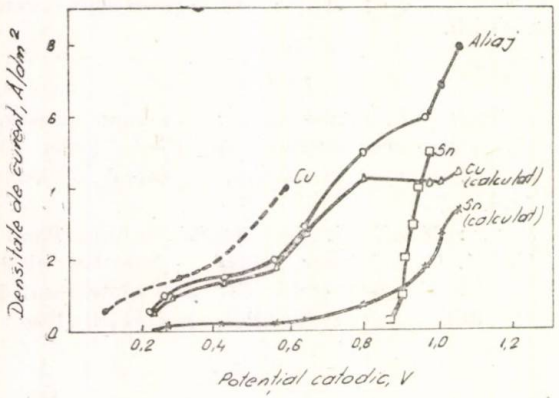


Fig. 1. Curbe de polarizare ridicate pentru depunerea aliajului Cu-Sn în electrolit pe bază de pirofosfat.

În tabelul 1 sînt prezentate cîteva variante de compoziții de electroliți cianurici și parametrii de lucru corespunzători pentru obținerea de aliaje cupru-staniu.

Influența componenților electrolitului și a parametrilor de lucru asupra compoziției depunerii

Stadiul influenței variației componenților electrolitului asupra depunerii de aliaj cupru-staniu a scos în evidență următoarele :

— creșterea conținutului de cianură liberă în electrolit duce la creșterea conținutului de staniu în depunere :

— creșterea conținutului de hidroxid de sodiu în electrolit duce la scăderea conținutului de staniu în depunere.

În figura 2 este ilustrată influența acestor doi componenți asupra compoziției aliajului depus.

Variația parametrilor de lucru (densitate de curent, temperatură și agitare) influențează în mod diferit depunerea de aliaj.

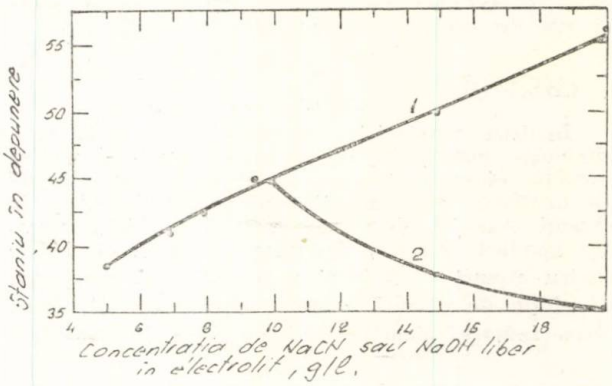


Fig. 2. Influența variației concentrației NaOH și NaCN libere asupra conținutului de staniu în depunere.
1 — NaCN ; 2 — NaOH.

Creșterea temperaturii electrolitului duce la creșterea randamentului de depunere (fig. 3) și la o creștere ușoară a conținutului de staniu în depunere.

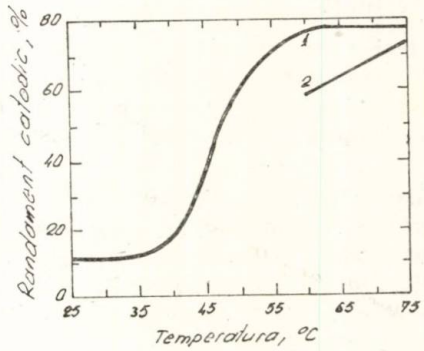


Fig. 3. Influența variației temperaturii electrolitului asupra randamentului catodic.
1 — electrolit nr. 3 din tabel 2 ; 2 — electrolit nr. 1 din tabel 2.

Electroliți și parametri de lucru utilizați pentru depunerea aliajului de cupru-staniu

Tabelul 1

Nr. crt.	Compoziția electrolitului [g/l]						Parametrii de lucru					
	Conținut de Cu ca :		Conținut de Sn ca :		Conținut de NaCN		Conținut NaOH liber	Sare Rochele	*pH*	Temperatură [°C]	Densitate de curent [A/dm²]	Sn în depunere [%]
	CuCN	Metal	$Na_2SnO_3 \cdot 3\,H_2O$	Metal	Total	Liber						
1.	35	25	38	17	54	15	7,5	—	12,6	65	3	10
2.	29	20	35	14	64	22	10	45	12,3	65	2—10	12
3.	15	11	15	7	45	28	7,5	—	12,8	55	1—2	16
4.	40	28	20	9	65	20	7,5	—	13	60	0,1—8	15

Variația densității de curent influențează aproape insensibil compoziția depunerii. În figura 4 sînt date curbe reprezentînd influența densității de curent asupra concentrației staniului în depunere, pentru electroliții prezentați în tabelul 2.

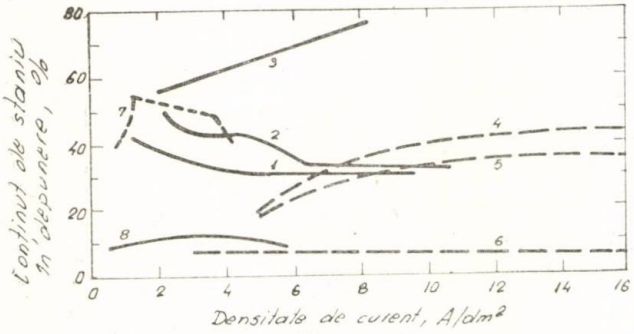


Fig. 4 Influența variației densității de curent asupra conținutului de staniu în depunere.

Structura aliajului cupru-staniu depus electrolitic

Determinările de difracție cu raze X, efectuate asupra depunerilor de aliaj cu un conținut de 18—20% staniu, au scos în evidență prezența compusului intermetalic (Cu-Sn) 2 T, cu formula chimică Cu-Sn, cristalizat în sistemul tetragonal, avînd doi atomi în celula elementară, compus ce corespunde cu faza ß' a bronzului convențional.

Microstructura aliajului cupru-staniu, pusă în evidență prin examinarea secțiunii depunerii la microscopul optic, are aspect lamelar combinat cu creșterea columnară (fig. 5).

Electroliți experimentați pentru determinarea influenței variației densității de curent asupra conținutului de staniu în depunere

Tabelul 2

Nr. crt.	Compoziția băii [g/l]				Temperatura [°C]
	Cupru	Staniu	NaCN liber	NaOH liber	
1.	8	38	16	15	65
2.1)	8—12	60	18	18	65
3.	15	50	10[2])	25	65
4.	8,7	41	12	18	60
5.	8,7	18	15	14	60
6.	8,7	2,6	12	20	65
7.3)	8	40	15	17	70
8.	25	12	17	12	68

1) Baia conține 200 g/l carbonat de sodiu
2) Electrolit cu adaosuri de luciu
3) KCN

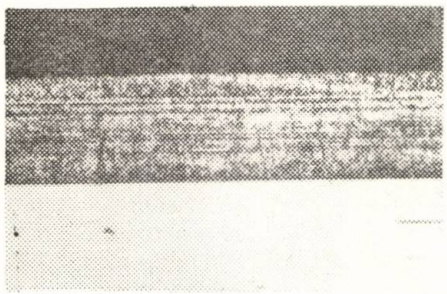


Fig. 5. Microstructura aliajului de cupru-staniu obținut din electrolit de tipul cianură-stanat.

Caracteristici ale aliajului cupru-staniu depus electrolitic

Pentru obținerea unor proprietăți tribologice favorabile, este necesar ca aliajul de cupru-staniu să aibă următoarele caracteristici :

— compoziție : 20% Sn, 80% Cu ;
— grosime de strat : 30 . . . 80 μm ;
— repartiție uniformă a elementelor de aliere în strat ;
— structură omogenă ;
— duritate cu valoarea cuprinsă în limitele 300 . . . 400 HV 0,050 ;

Efectul tratamentului termic asupra depunerii de aliaj cupru-staniu

Deoarece depunerile de aliaj cupru-staniu sînt constituite din faze în afara echilibrului termodinamic, tratamentul termic la temperatura de 500 . . . 600°C provoacă difuzia rapidă a elementelor de aliere în stratul de depunere. Ca urmare are loc o transformare a structurii cristaline inițiale, cu formare de faze noi, ce se regăsesc în diagrama de echilibru a bronzului convențional, și anume soluție solidă α pe fond de eutectoid $\alpha + \delta$ (fig. 6).

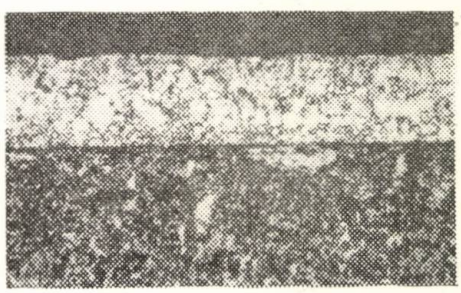


Fig. 6. Microstructura depunerii de aliaj cupru-staniu tratat termic.

Încercări tribologice

Încercările tribologice efectuate au vizat relevarea comportării la frecare și uzură a straturilor superficiale de aliaj cupru-staniu, obținute prin tratamentul complex de electrodepunere și difuzie termică, comparativ cu cea a bronzurilor convenționale.

În figura 7 este prezentată dinamica coeficientului de frecare în timp pentru bronz Bz 14 T și depuneri electrolitice cu diverse compoziții.

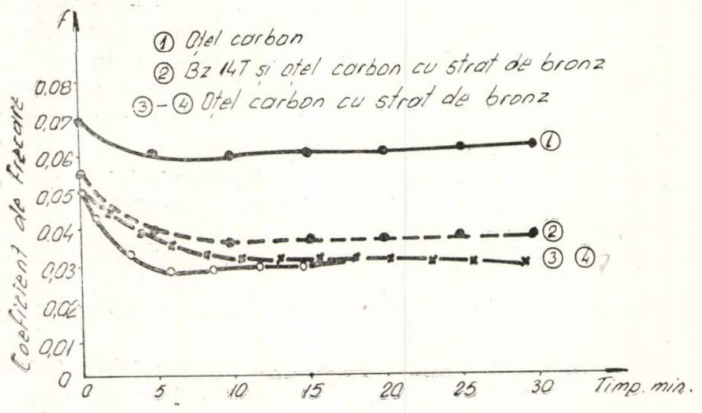


Fig. 7 Dinamica coeficientului de frecare în timp.

Se constată că valorile coeficientului de frecare pentru straturile depuse sînt comparabile cu ale bronzului convențional.

Determinările de rezistență la uzură, efectuat cu cuplul rolă-sabot, au dat valori de pierderi în greutate pentru stratul electrodepus de 2.10^{-4}g, față de 7.10^{-4}g pentru bronzul convențional.

Aplicarea procedeului prezentat face posibilă realizarea pe suprafața pieselor din oțel-carbon, a unor straturi superficiale de bronz cu caracteristici de antifricțiune comparabile cu ale bronzului convențional.

Procedeul poate fi utilizat la toate oțelurile și fontele care suportă, fără riscul modificării carateristicilor mecanice, un tratament termic la temperatura de 550—600°C.

Oțelurile și fontele tratate, cu strat superficial de bronz, se pot utiliza pentru înlocuirea bronzurilor, alamelor și a bronzului cu aluminiu în orice mecanism, pentru care se cere ameliorarea caracteristicilor tribologice: frecare, uzură, lubrifiație.

Prin acest procedeu se pot realiza lagăre, bucșe, corpuri de pompe hidraulice, inele de ghidaj pentru arcuri elicoidale discuri de ambreiaj.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Brenner, A.* Electrodepostition of Alloys, vol. 1, Ed. Academic Press, New-York, Londra, 1963.
[2] x x x Brevet U.R.S.S. nr. 358.423 Cl. C 23 b.
[3 x x x Brevet S.U.A. nr. 3. 440.151 Cl. C 23 b.
[4] x x x Brevet Franța nr. 2.244.017 Cl. C 23 b.
[5] x x x Brevet Franța nr. 2.221.534 Cl. C 23 c.
[6] *Grellet, M. M. Crozet:* Tratarea suprafețelor pentru bronzarea pieselor din oțel ce trebuie să reziste la uzură și acomodare. Manual Industriel de l'usure et du grippage (CETIM) nr. 561, 1972, p. 194.

CZ : 541.13

Contribuții privind studiul mecanismului depunerilor chimice și electrochimice cu structura lamelară

Ing. Emilia **BAY** — I.C.T.C.M. București

Generalități

Criteriile de apreciere calitativă a depunerilor realizate în scop funcțional și protector decorativ au la bază caracteristicile structurale, care, prin particularitățile ce le prezintă și posibilitatea de a fi dirijate, pot constitui elementul de bază în selectarea anumitor procedee tehnologice.

Structura acoperirilor metalice este determinată de mecanismul de depunere, care la rîndul său este determinat de factorii cinetici și termodinamici ai proceselor care au loc.

Un tip de structură caracteristică, specifică anumitor tipuri de depuneri singulare uzuale, cum este nichelul obținut din electroliți cu adaosuri de luciu, sau anumitor depuneri de aliaje obținute pe cale chimică și elec-

trochimică (Ni-Fe, Ag-Cd, Ni-P, Ni-B, Co-P, Co-B), este structura lamelară, cu laminații paralele cu suprafața metalului de bază acoperit.

Acest tip de structură conferă depunerilor proprietăți specifice de microstructură, textură, luciu, rezistență la coroziune, duritate, rezistență la uzură și frecare.

Necesitatea dirijării unui anumit tip de structură, precum și a anumitor transformări structurale, derivate din structura de bază și determinante pentru unele proprietăți specifice, fizico-mecanice și de rezistență la coroziune, a impus un studiu aprofundat al mecanismului depunerilor chimice și electrochimice.

Studiul mecanismului depunerilor cu structură lamelară s-a desfășurat pe baza unor experimentări complexe privind electroliții de bază, adaosurile specifice, precum și tratamentele termice aplicate ulterior, pentru depunerile chimice și electrochimice de aliaje nichel-fosfor de nichel-bor.

Studiul depunerilor electrochimice și aliaje nichel-fosfor

Experimentările s-au desfășurat pe un electrolit de bază cu compoziția și parametrii de lucru după cum urmează : sulfat de nichel 180...190 g/l, clorură de sodiu 20...25 g/l, acid boric 20...23 g/l, hipofosfit de sodiu 20...25 g/l, acid fosforic 45...55 g/l, densitate de curent 10...15 A/dm^2, temperatură 65...70°C.

Studiul microscopic al secțiunilor transversale prin depunerile de aliaj nichel-fosfor obținut din electrolitul selectat a evidențiat o structură lamelară.

Analiza influenței densității de curent, a temperaturii și duratei electrolizei asupra structurii a condus la concluzia că factorii prin care se intensifică procesul catodic (densitatea de curent, temperatura și agitarea) conduc la intensificarea lamelarității depunerii, iar timpul mărit de electroliză conduce la alterarea uniformității structurii lamelare (fig. 1, 2, 3).

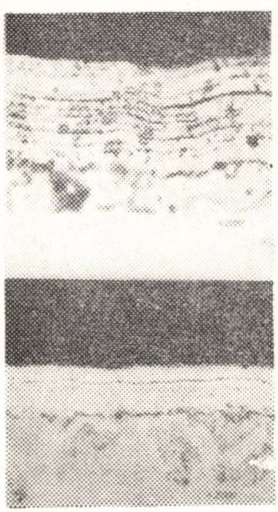


Fig. 1 Influența densității de curent asupra structurii aliajului nichel-fosfor depus electrolitic.
a — depunere la 5 A/dm^2 ; b — depunere la 20 A/dm^2

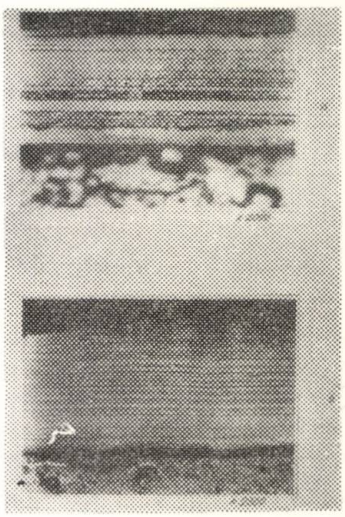


Fig. 2 Influența temperaturii asupra structurii aliajului nichel-fosfor depus electrolitic.
a — depunere la 45°C; b — depunere la 70°C.

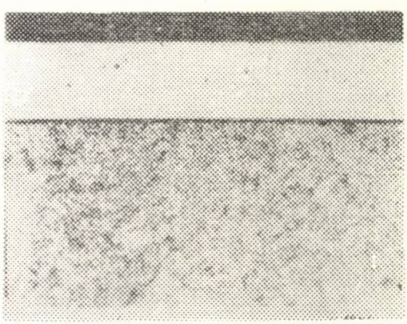


Fig. 3 Microstructura aliajului nichel-fosfor depus electrolitic.
Condiții : DK — 20 A/dm^2 ; temperatura — 70°C ; agitare catodică.

Studiul microscopic al secțiunilor prin depunerile lucioase, obținute din electrolit cu adaosuri organice, a pus în evidență păstrarea structurii lamelare, fără să aibă loc intensificarea lamelarității, sau schimbări în ordinea acesteia odată cu creșterea timpului.

Cea mai probabilă schemă pentru explicarea proceselor observate este absorbția pe depunerea catodică în creștere a ionilor ce conțin nemetale. Această absorbție apare periodic și ca urmare apare structura lamelară fină a aliajului, indiferent de natura metalului de bază. Astfel, pe măsura îngroșării depunerii și măririi probabilității de includere a produselor absorbite, apare și fenomenul de neuniformitate a structurii lamelare.

Ipoteza apariției lamelarității, pe calea absorbției periodice a componentelor electrolitului, este sprijinită de faptul că structura stratului este influențată, așa cum s-a arătat, de

factorii care influențează procesul catodic (cu cît este mai mare viteza procesului electrochimic, cu atît mai rapid se reînoiește suprafața depunerii în creștere și apare posibilitatea unei noi absorbții, care conduce la apariția straturilor lamelare și care diferă din punct de vedere al compoziției).

În cazul depunerii aliajului nichel-fosfor, particulele care se adsorb (anionii care conțin fosfor) inițial se reduc la catod, iar apoi are loc înglobarea parțială a acestora, cel mai des sub formă de fosfor.

Studiul depunerilor chimice de aliaje nichel-fosfor

Experimentările efectuate în scopul studierii structurii și mecanismului de depunere a aliajelor nichel-fosfor obținute pe cale chimică, prin reducere autocatalitică, s-au desfășurat pe baza următoarei soluții, selectată prin încercările preliminare: sulfat de nichel 30...35 g/l, hipofosfit de sodiu 20...25 g/l, acid lactic 20...25 cm^3/l, acid propionic 2,1...2,4 cm^3/l, fluorură de potasiu 0,3... 0,5 g/l, compus cu sulf bivalent dublu legat de carbon 12...20 mg/l, temperatura 93... 96°C, pH 3,5 $\pm$ 0,1.

Pentru evidențierea influenței structurii aliajului nichel-fosfor asupra caracteristicilor sale fizico-mecanice și de protecție anticorozivă, s-au studiat secțiuni transversale printr-un strat cu un conținut mediu de 9% fosfor, la microscopul optic și microscopul cald.

Prin atac electrolitic al probelor, a fost pusă în evidență o structură caracteristică lamelară cu laminațiile paralele cu suprafața metalului de bază (fig. 4).

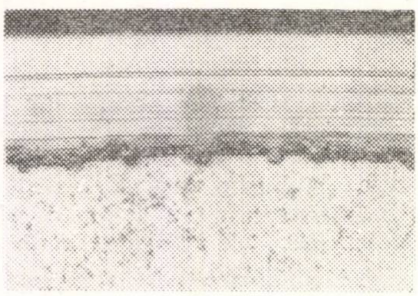


Fig. 4 Micrografia unei secțiuni transversale prin depunerea chimică de aliaj nichel-fosfor înainte de tratament termic.

Prin microscopia la cald, s-a pus în evidență faptul că depunerea suferă modificări structurale esențiale concomitent cu alterarea parțială a structurii lamelare în timpul tratamentului termic începînd cu temperatura de 400°C, moment de transformare structurată care coincide practic cu apariția unei structuri cristaline și atingerea valorilor maxime pentru duritate 950...1150 $HV_{0,050}$ (fig. 5).

Studiul depunerilor chimice de aliaje nichel-bor

În scopul studierii structurii specifice a aliajului nichel-bor obținut chimic prin reducere autocatalitică, s-a selectat prin experimentările preliminare soluția: clorură de ni-

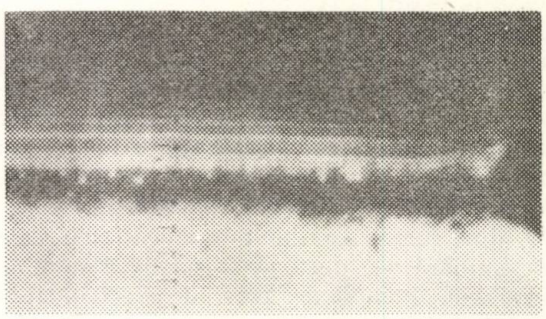


Fig. 5 Microstructura depunerii de nichel-fosfor supusă unui tratament termic de 400°C.

chel 50...60 g/l, borohidrură de sodiu 0,6... 0,8 g/l, hidroxid de sodiu 40...50 g/l, etilendiamină 60...70 g/l, sarea de sodiu a acidului etilendiaminotetraacetic 10...20 g/l, compus cu sulf bivalent dublu legat de carbon 0,5...1,5 g/l, clorură de plumb 0,01... 0,015 g/l, temperatura 94...97°C.

Investigațiile privind structura aliajelor nichel-bor, cu circa 7,5% B, prin metode roentgenocristalografice și microscopice, au permis elucidarea mai multor aspecte legate de proprietățile specifice ale depunerilor.

Studiul secțiunilor, depunerii de aliaj nichel-bor a pus în evidență, și în acest caz cu ajutorul metodei chimice de atac, o structură lamelară cu laminații paralele cu suprafața metalului de bază acoperit (fig. 6).

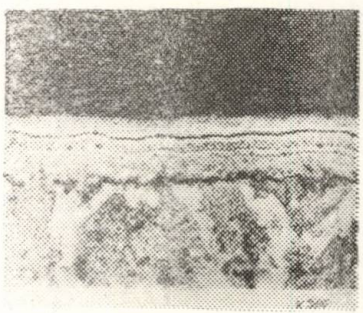


Fig. 6 Secțiuni transversală prin depunerea de aliaj nichel-bor netratată termic.

Cercetarea cu microsonda electronică a pus în evidență o diferențiere pe benzi a conținutului de bor, cele închise la culoare corespunzînd unui conținut mai ridicat, iar cele deschise la culoare unui conținut mai scăzut în bor.

După evidențierea structurii caracteristice lamelare a aliajului în stare de depunere, s-au urmărit, cu ajutorul microscopului cald, modi-

ficările structurale care au loc, explicîndu-se astfel corelația structură-proprietăți fizico-mecanice și de protecție.

Prima modificare a apărut la temperatura de 450°C, cînd, în urma tratamentului termic, s-a putut pune în evidență dispariția parțială a laminațiilor, moment care corespunde cu

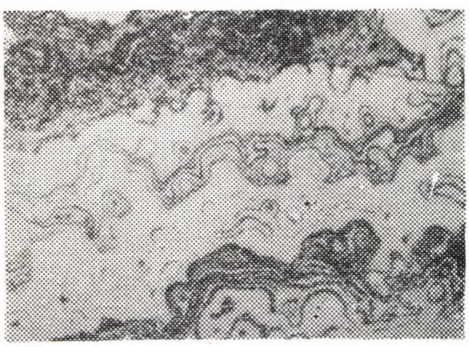


Fig. 7 Structura aliajului nichel-bor tratat termic la 450°C.

apariția structurii cristaline și obținerea unei durități maxime de 1000 ... 1250 $HV_{0,050}$ (fig. 7).

Posibilitatea și condițiile de apariție a structurilor periodice în sistemele cercetate a fost studiată pe baza unui model matematic propus, care precizează domeniile de stabilitate ale depunerilor lamelare, funcție de parametrii sistemului (coeficienți de difuzie și viteze de reacție).

Studiul structurii lamelare a aliajelor cu fosfor și bor, depuse pe cale chimică și electrochimică, a permis elucidarea comportării specifice a acestor aliaje față de solicitările complexe fizico-mecanice și de rezistență la coroziune.

Pe baza cercetării mecanismului de depunere care conduce la astfel de structuri, este posibilă dirijarea procesului de depunere, în sensul obținerii anumitor performanțe privind luciul, porozitatea, uniformitatea stratului, duritatea, tensiunile interne, rezistența la uzură și frecare, rezistența la coroziune, etc., cu implicații directe asupra domeniilor de aplicare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Averbuh, M.E., Vahidov, R.S., Prikl, J.:* Himii, vol. XLVIII, nr. 4, 1975.

[2] *Vahidov, R.S., Mullianov, R.H.:* Electrochimiia, Academiia Nauk SSSR, vol. XII, nr. 10, Moscova, 1976.

[3] *Vahidov, R.S., Bakirov, M.N.:* Electrohimiia, Academiia Nauk SSSR, vol. XI, nr. 2, Moscova, 1975

[4] *x x x:* The Engineering Properties of Electroless Nickel, International Nickel, New-York, 1980.

[5] *Metzger, W., Ott, R.:* Metalloberfläche, nr. 9, 1977.

[6] *Schmeling, E.L., Pohl, M.:* Metalloberfläche, nr. 7, 1978.

[7] *Johnson, C.E.:* Metal Finishing, nr. 7, 1980.

[8] *Klimantaviciute, G.A.: Vaşkialis, A. In:* Trudî Akademii Nauk Litovskoi SSSR, seria B, nr. 5, 1976.

[9] *Boose, C.A.:* Transactions of the Institute of Metal Finishing, nr. 53, 1975.

[10] *Gavrilov, G., Ovtciarova, E.:* Metalloberfläche, nr. 2, 1973.

[11] *Pushpavanam, M., Shenoi, B.A.:* Finishing industries, nr. 6, 1977.

[12] *Ivanov, M. V., Gorbunova, K. M., Nikiforova, A.A.:* Dokladî Akademii Nauk SSSR, nr. 6, 1971.

CZ : 541.13

Contribuții la realizarea protecției chimice a oțelurilor inoxidabile

Ing. Liliana **KÖNIG-GEORGESCU** — I.C.T.C.M. București

Oțelurile inoxidabile și-au găsit multiple aplicații (în industria construcțiilor de mașini, în industria chimică, petrochimică, aeronautică și tehnica nucleară), datorită proprietăților fizico-chimice și mecanice deosebite.

Una din principalele caracteristici a oțelurilor inoxidabile o constituie stabilitatea anticorozivă a acestora, rezistența la coroziune fiind datorată în special conținutului ridicat de crom, care formează un oxid foarte stabil cu proprietatea de a încetini sau chiar de a opri procesul de coroziune. Oțelurile inoxidabile conțin și alte elemente de aliere ca nichelul, molibdenul, cuprul, tungstenul, titanul, miobiul și tantalul.

Tabelul 1 redă reactivitatea față de oxigen a diferitelor metale, explicînd comportamentul față de agenții oxidanți, respectiv stabilitatea oțelurilor inoxidabile la coroziune.

Oțelurile inoxidabile se împart, în funcție de compoziția lor chimică, în trei categorii și anume : martensitice, feritice și austenitice.

Rezistența la coroziune a acestor oțeluri inoxidabile este influențată de starea suprafeței metalului de bază, impunîndu-se elimi-

narea impurităților macroscopice, a defectelor de suprafață de orice tip, evitarea supraîncălzirilor locale, evitarea contaminării cu fier.

Coeficientul de afinitate față de oxigen pentru diferite metale

Tabelul 1

Metal	Oxid	Coeficient de afinitate	Observații
Argint	Ag_2O	4	metale mobile
Iridiu	IRO_2	34	
Cupru	Cu_2O	60	metale cu afinitate redusă
Nichel	NiO	86	
Cobalt	CoO	88	
Fier	FeO	100	
Staniu	SnO_2	105	metale cu afinitate mare
Crom	Cr_2O_3	144	
Aluminiu	Al_2O_3	220	metale cu afinitate foarte mare
Magneziu	MgO	231	

Deși oțelurile inoxidabile au tendința de a se pasiva natural, în contact cu aerul, stabilitatea anticorozivă este îmbunătățită prin procedee chimice de pasivare. În procesul de pasivare, are loc deplasarea potențialului spre valori electropozitive, viteza de coroziune fiind redusă. Figura 1 prezintă variația potențialului de electrod, în funcție de densitatea de curent. Starea pasivă corespunde zonei cuprinse între potențialul E_2 (potențial de pasivare) și E_3 (potențial de transpasivare), cînd curentul are valoare minimă (i_p — curent de pasivare).

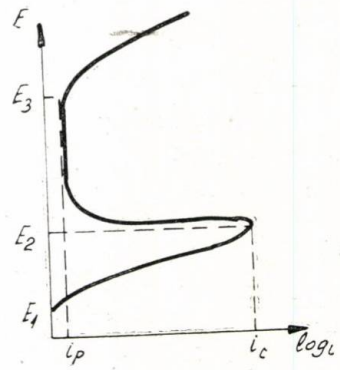


Fig. 1. Curbă de polarizare în procesul de pasivare.
i_p — intensitatea curentului de pasivare ;
i_c — intensitatea curentului critic de coroziune.

Protecția prin pasivare a oțelurilor inoxidabile s-a realizat printr-un tratament de pregătire-pasivare, astfel ales încît să nu accentueze tendința de coroziune intercristalină a oțelurilor austenitice, respectiv susceptibilitatea la fragilizare a oțelurilor martensitice și feritice.

Solubilitatea oxizilor în soluții diferite de decapare

Tabelul 2

Oxid	HCl diluat	H_2SO_4 diluat	HNO_3 diluat	HF diluat	HF+HNO_3 diluat	HCl+HNO_3 diluat	Hidroxizi
Cr_2O	ins.	ins.		sol.	sol.	sol.	
NiO	sol.	f. sol.	ins.	sol.	sol.	f. sol.	
SiO_2 TiO	ins.	ins.	ins.	sol.	sol.	sol.	
MnO	sol.	sol.			sol.	sol.	
Mn_3O_4	sol.	sol.	ins.		sol.	sol.	
Al_2O_3	ins.	ins.	ins.	sol.	sol.		sol.
MoO_3	ins.	ins.			sol.	sol.	f. sol.
CuO	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	sol.	
Nb_2O_3	ins.	ins.	ins.	sol.	sol.		sol. în hidroxizi și topiți
WO_3	ins.	ins.	ins.	ins.	ins.	ins.	sol.
V_2O_4	sol.	ins.					
V_2O_5	sol.	sol.					

Legendă :
ins. — insolubil ;
sol. — solubil ;
f. sol. — foarte solubil

Avînd în vedere că starea suprafeței are un rol determinant asupra rezistenței anticorozive, decaparea constituie o operație hotărîtoare. Prin decapare, sau curățire mecanică trebuie eliminată calamina (amestec de oxizi de fier, respectiv FeO, Fe_3O_4O și Fe_2O_3) și fierul care contaminează suprafața.

Alegerea soluțiilor de decapare este condiționată de faptul că toate elementele de aliere ale oțelurilor inoxidabile pot forma oxizi care impurifică suprafața lor.

Selectarea soluțiilor este influențată de solubilitatea oxizilor elementelor de aliere (redată în tabelul 2). Din datele cuprinse în tabelul 2, rezultă că acidul sulfuric nu dizolvă toți oxizii. Acidul clorhidric este eficient, dar ionii de clor provoacă și corodarea metalului de bază.

Majoritatea oxizilor sînt, de asemenea, solubili în amestecul de acizi clorhidric-azotic, sau clorhidric-sulfuric-azotic, la temperaturi operatorii de 50—60°C. Dar aceste soluții, chiar în prezența inhibitorilor, provoacă un atac preferențial, în special la piesele sudate, sau în cazul unor piese acoperite cu un strat de calamină neuniform.

În cazul pieselor sudate, acest atac preferențial se explică prin formarea unor pile locale între zonele conținînd carburi de crom și zonele adiacente sărăcite în crom. Epuizarea cromului adiacent și natura catodică a carburilor de crom provoacă coroziunea intercristalină. În cazul pieselor acoperite cu strat neuniform de calamină, oxizii descompuși se depun pe metalul de bază formînd, de asemenea, pile locale în care oxizii au rol de catod, iar metalul de bază-rol de anod.

Soluțiile optime de decapare conțin amestec de acid azotic și fluorhidric. Acestea au dublu efect: acidul azotic (fiind un oxidant puternic) oxidează metalul de bază, protejîndu-l, în timp ce acidul fluorhidric dizolvă calamina și oxizii de crom și nichel, chiar și oxidul de titan.

Utilizarea oțelurilor inoxidabile în condiții speciale (de exemplu, în tehnica nucleară), impune restricții privind conținutul în halogeni al soluțiilor de pregătire.

În tabelul 3 sînt redate soluțiile utilizate în decaparea oțelurilor inoxidabile.

În urma procesului de decapare, oțelurile sînt în stare activă, impunîndu-se pasivarea lor. Pasivarea chimică în soluții oxidante, pe

Soluții pentru decaparea oțelurilor inoxidabile

Tabelul 3

Compoziția soluției		Condiții operatorii		Observații
Componenți	Concentrație [g/l]	Temperatura [°C]	Timp [min]	
Acid azotic Acid fluorhidric	10% vol. 2% vol.	55—70	10—40	oțeluri martensitice și feritice (strat gros de calamină)
Acid sulfuric Clorură de sodiu	8-10% vol. 20	70	5—15	oțeluri feritice (strat gros de calamină)
Acid sulfuric Anhidridă cromică Acid fluorhidric	6% vol. 60 2% vol.	15—20	30—60	oțeluri feritice și martensitice (strat de calamină mai subțire)
Acid azotic Acid fluorhidric	10% vol. 2% vol.	15—20	15—30	
Acid sulfuric	10-12% vol.	70—80	5—30	înlăturarea calaminei pentru oțelurile austenitice (utilizarea succesivă a soluțiilor 5,6)
Acid sulfuric Acid clorhidric	6-8% vol. 2-4%	60—80	10—30	
Acid azotic Acid fluorhidric	5-25% vol. 0,5-3%	50—70	10—15	oțeluri autenitice (eliminarea calaminei)
Acid sulfuric Clorură de sodiu	8-10% vol. 20	70	10—15	
Acid sulfuric Acid fluorhidric Anhidridă cromică	6,5% vol. 6,5% 60	30—50	20—60	eliminarea stratului de oxizi mai subțire pentru oțeluri austenitice
Acid sulfuric Acid azotic	10% vol. 0,5%	60	5—30	oțeluri feritice sau martensitice
Hidroxid de sodiu Permanganat de potasiu	100-120 50	70—90	15—45	oțeluri martensitice și feritice
Citrat de amoniu	80-100	70—90	10—30	—

Soluții pentru pasivarea oțelurilor inoxidabile

Tabelul 4

Compoziția soluției		Condiții operatorii		Observații
Componenți	Concentrație [g/l]	Temperatura [°C]	Timp [min]	
Acid azotic Bicarbonat de sodiu	18—25% vol. 20	50	20—40	pentru oțeluri martensitice și feritice cu un conținut în Cr≤17%
Acid azotic	25% vol.	50	20—30	pentru oțeluri austenitice
Acid azotic	50% vol.	18—23	60	—
Bicromat de sodiu	10—25	60—65	10—15	—

bază de acid azotic și bicromat de sodiu, asigură protecția corespunzătoare a oțelurilor inoxidabile. În tabelul 4 sînt redate soluțiile de pasivare utilizate.

judicioase corelări a compoziției materialului de bază, cu compoziția și parametrii tehnologici ai soluțiilor de decapare-pasivare. Doar printr-o corectă corelare a acestor parametri

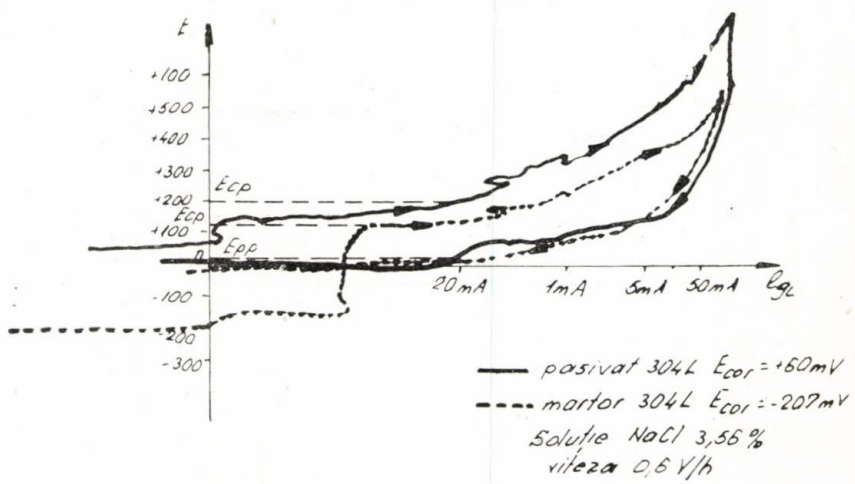


Fig. 2. Curbe de polarizare electrochimică pentru oțeluri tip 304 L.

Verificarea calității pasivării s-a efectuat urmărindu-se continuitatea stratului pasiv, rezistența la coroziune în apă potabilă, sau în soluții de clorură de sodiu 3% și contaminarea cu fier. Studiul cu raze X al peliculelor pasive obținute pe oțeluri inoxidabile austenitice denotă că la suprafață are loc o îmbogățire în crom, ceea ce determină stabilitatea anticorozivă.

În scopul alegerii corecte a tehnologiei de pregătire-pasivare, s-au efectuat teste de coroziune intercristaline și piting.

Figura 2 reprezintă comportamentul probelor din oțel inoxidabil austenitic, corespunzător protejate prin pasivare, la testarea în soluție de clorură de sodiu, prin măsurări de polarizație potențiodinamică ciclică.

Protecția corespunzătoare a oțelurilor inoxidabile prin pasivare este rezultatul unei

este posibilă menținerea și îmbunătățirea performanțelor fizico-chimice și mecanice ale oțelurilor inoxidabile.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x Metal Finishing Guidebook Directory, Metals and Platics Publ. Inc., New-York, 1981.

[2] *Oniciu, L., Grünwald E.:* Galvanotehnica, 1980, Editura științifică și enciclopedică, București, pag. 234—240.

[3] *Wilmotte, R., Benezech, J.:* Practique et théorie des traitments de surfaces, 1975, Edition BPI, Paris, pag. 65-70.

[4] x x x ASTM A 380-78

[5] *Lee, J. B.:* Development of an Etching Technique for Determining the intergranular Corrosion Resistance of 430 Type Stailess Steel, Corrosion, August 1981, pag. 437-443.

[6] *Trosh, J.:* Problems de décapage et de pasivation en vue d'obtenir de propréte nucleaire, Corrosion, August 1977, pag. 387-391.

[7] *Oniciu, L.:* Chimie fizică. Electrochimie, 1977, Editura Didactică, București.

CZ : 541.13

Depunerea aliajului Sn-Pb cu aplicabilitate în tehnologia contactelor electrice

Ing. Marioara **BLIDARIU**, ing. Arpiar **SACHIAN** – I.C.T.C.M. București

Depunerile electrolitice de staniu și aliajele sale au găsit un larg cîmp de aplicabilitate pentru protecția oțelurilor sau materialelor metalice împotriva coroziunii, cît și pentru obținerea și îmbunătățirea capacității de sudabilitate a diverselor metale.

Pentru obținerea depunerilor cu capacitate sudabilitate superioară au fost studiate o serie de materiale (depuneri simple sau aliaje) [1].

Rezultatele sînt redate în diagrama din figura 1, unde este comparată modificarea în timp a indicelui suprafață de răspîndire/ timp de udare (în minute) al aliajului de lipit. Din diagramă se pot remarca, în mod vizibil, calitățile superioare ale aliajului Sn-Pb față de celelalte acoperiri.

Aliajul Sn 60 Pb 40, depus electrochimic, cunoscut de mai bine de șase decenii, continuă și astăzi să fie obiectul unor perfecționări numeroase.

Aceasta se explică prin calitățile deosebite ale acestui aliaj și anume : proprietăți antifricțiune, rezistență la coroziune, rezistență electrică de contact redusă, proprietăți bune de lipire.

Dezvoltarea electrotehnicii și mai ales a electronicii a făcut să crească și mai mult interesul față de aceste acoperiri, tocmai datorită calităților menționate, precum și a condițiilor relativ simple de exploatare a electroliților, care, în general, nu necesită temperaturi ridicate, sau un control mai riguros al procesului, decît cel obișnuit în tehnica galvanică.

Cercetările întreprinse, în scopul realizării depunerilor sudabile de aliaj Sn-Pb pe sîrma de uz electronic și pe terminalele componentelor electronice, s-au efectuat avîndu-se în vedere nivelul tehnic calitativ al acestora, determinat de îndeplinirea următoarelor funcțiuni :

— rol de protecție a suprafeței terminalului împotriva coroziunii datorate umezelii sau agenților agresivi ;

— rol funcțional în calitate de participant activ la realizarea, în timp tehnologic foarte scurt, a unei lipituri, care trebuie să fie un contact electric de foarte bună calitate ;

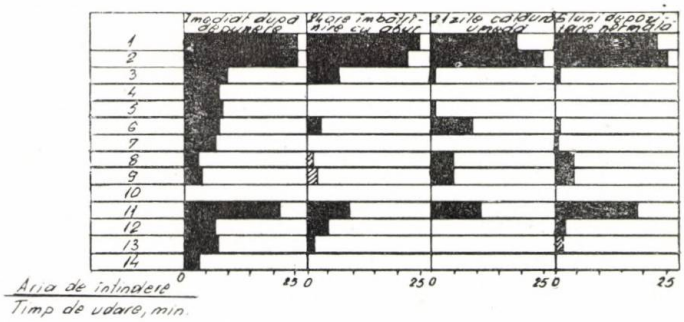


Fig. 1 Comparația diferitelor acoperiri din punct de vedere al sudabilității.

1 — staniu ; 2 — staniu—plumb ; 3 — staniu—plumb (rolerit) ; 4 — staniu chimic A ; 5 — staniu chimic B ; 6 — aur III ; 7 — aur chimic V ; 8 — argint + flash aur ; 9 — staniu—nichel + flash aur ; 10 — staniu—nichel ; 11 — staniu—nichel + flash staniu ; 12 — lac (izolant) ; 13 — benzotiazol ; 14 — neacoperit.

— rezistență la solicitările termice și mecanice specifice procesului tehnologic de execuție a componentei electronice, care nu trebuie să efectueze proprietatea de sudabilitate inițială ;

— rezistență la fenomenul de îmbătrînire, care tinde să micșoreze sudabilitatea, ca urmare a stocării componentelor înainte de asamblarea lor prin lipire.

Principala caracteristică a unei acoperiri sudabile de bună calitate o reprezintă capabilitatea acesteia de a participa la realizarea unor lipituri de foarte bună calitate, în condițiile tehnologiilor moderne de lipire automată (caracterizate prin timpi de imersie deosebit de mici — sub 2 secunde — în aliaje de lipit staniu-plumb).

De aceea, folosirea aliajului staniu-plumb ca material de acoperire a terminalului, deci folosirea aceluiași material ca și cel utilizat drept component de adaos în tehnologia de

lipire, reprezintă elementul care asigură compatibilitatea perfectă dintre materialul de acoperire și materialul de adaos.

În aceste condiții, procedeele cunoscute și aplicate pînă în prezent în fața noastră, conform cărora materialul de acoperire al terminalelor componentelor electronice nu este același cu materialul de adaos, nu sînt capabile să asigure, tehnologic, lipituri de foarte bună calitate.

Acesta este cazul acoperirilor cu staniu (termic + electrolitic), al acoperirilor cu aliaj Sn-Pb termic + Sn electrolitic, care pe lîngă dezavantajul enunțat necesită un consum ridicat de staniu ce constituie un material deficitar, precum și consum energetic mai mare, în cazul utilizării procedeelor termice.

Avîndu-se în vedere toate aceste considerente, cercetările efectuate în cadrul I.C.T.C.M. au urmărit acoperirea — într-o singură fază — cu aliaj Sn-Pb (LP 63), prin procedeul electrolitic, a sîrmei rotunde de cupru de uz electronic.

Realizarea stratului de aliaj Sn-Pb pe sîrma de cupru a fost posibilă într-o instalație-pilot, proiectată și executată în cadrul institutului. Această instalație este foarte asemănătoare, din punct de vedere constructiv, cu utilajele cunoscute pentru depunerea electrolitică a straturilor de staniu pe sîrma de cupru utilizată pentru confecționarea componentelor electronice (fig. 2).

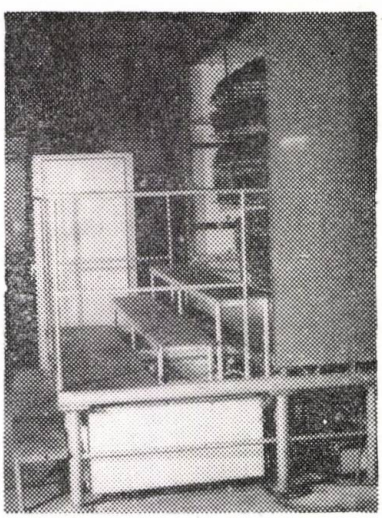


Fig. 2 Vedere ansamblu a instalației de depunere a aliajului Sn-Pb pe sîrma de cupru.

Cercetările au avut ca scop elaborarea tehnologiei de acoperire a sîrmei cu aliaj Sn-Pb și, în primul rînd, stabilirea compoziției electrolitului cu diferite adaosuri, a parametrilor optimi de lucru pe instalația-pilot și a performanțelor depunerii.

Din gama electroliților studiați pentru depunerea aliajului Sn-Pb, s-a selectat un electrolit original, pe bază de fluoborați, cu diverse adaosuri de substanțe organice (gelatină, polietilenglicool, 3 metoxi — 4 hidroxibenzaldehidă), care conferă depunerii o structură microcristalină cu cristalele orientate după un anumit plan de critalizare ce asigură o foarte bună sudabilitate.

În tabelul 1 este redată sucecsiunea operațiilor tehnologice, compoziția soluțiilor și principalii parametri de lucru ai procesului tehnologic de realizare a sîrmei care se acoperă cu aliaj Sn-Pb în instalația-pilot.

Experimentările efectuate au permis stabilirea compoziției optime a aliajului (Sn 60...63 % ; Pb 40...37 %) și a grosimii impuse (7...15 μm), în corelare cu parametrii de lucru (densitatea de curent, viteza de trecere a sîrmei prin instalație).

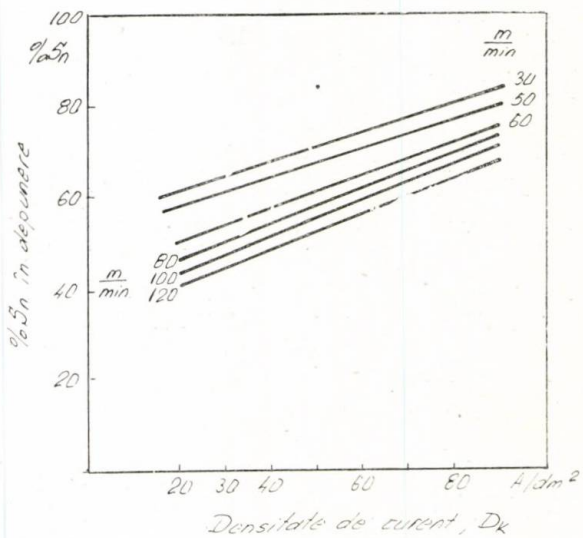


Fig. 3 Variația compoziției în Sn a aliajului în funcție de D_k și viteza de avans a sîrmei în instalația I.C.T.C.M.

În figura 3 este redată variația compoziției în staniu a aliajului, în funcție de densitatea de curent aplicată (20...80 A/dm²) și viteza de avans a sîrmei în instalație (30...120 m/min.).

Prin analiza datelor grafice, se constată că, odată cu creșterea densității de curent aplicate, conținutul staniului din depunere are tendința să crească ; astfel, la viteza de 60 m/min și densități de curent de 20-30 A/dm², se obțin compoziții de aliaj de 50,1—53,4 % Sn, în timp ce la 60—80 A/dm² se obțin compoziții de 64,5—72,5 % Sn. O tendință asemănătoare se observă și la alte viteze ale firului.

Se mai poate constata, totodată, că există o tendință de scădere a conținutului de staniu pe măsura creșterii vitezei de deplasare a sîrmei prin electrolit. Astfel, menținînd densitatea de curent constantă (40 A/dm², la o viteză de 30 m/min), se obțin depuneri de 67,69 % Sn ; la 50 m/min — 61,41 % Sn ; la 80 m/min. — 56,13 % Sn ; la 120 m/min — 61,41 % Sn.

Flux tehnologic pentru depunerea aliajului Sn-Pb pe sîrma de cupru

Tabelul 1

Operația tehnologică	Compoziția soluției		Parametrii de lucru			Observații
	Component	Conc. [g/l]	D_K [A/dm²]	Temp. [°C]	Timp [sec]	
Montare pe derulor, montare sîrmă pe utilaj, conectare instalație					850—980	Operațiile se execută manual
Degresare chimică alcalină	Hidroxid de sodiu	15—20	—	60—70	*	
	Carbonat de sodiu	10—20				
	Pirofosfat de sodiu	15—25				
	Silicat de sodiu	15—25				
	EDTA	1—2				
	Lauril sulfat de sodiu	0,5—1				
Spălare rece (jet + curgătoare)	Apă rece	—	—	18—25	*	
Decapare	Acid sulfuric	45—50% vol.	—	18—25	*	
	Acid azotic	10—15% vol.				
Spălare rece (jet + curgătoare)	Apă rece	—	—	18—25	*	
Depunere aliaj Sn-Pb	Fluoborat de staniu, sol. 50 %	380—395 cc/l	20—60	21—25	*	— Preparare electrolit cu apă deionizată
	Fluoborat de plumb, sol. 50 %	100—115 cc/l				
	Acid fluoboric, sol. 50 %	120—125 cc/l				— Anozi canelați LP 60
	Acid boric	6—10				
	Gelatină	0,5—5				— distanța anod-catod 50 mm
	Polietilen-glicool	1—10				— Raport A/K : 1/1
	Vanilină	0,05—1,2				— Filtrare periodică
Suflare cu aer a electrolitului remanent pe fir	Aer comprimat 4...6 daN/cm²	—	—	18—25	*	
Spălare rece finală (jet + curgătoare)	Apă rece	—	—	18—25	*	
Uscare	Aer comprimat 4...6 daN/cm²	—	—	18—25	*	
Bobinare						

*) timpii sînt variabili, funcție de viteza de trecere a sîrmei prin instalație.

În figura 4 este reprezentată variația grosimii stratului de aliaj depus pe sîrma de cupru, în corelare cu densitatea de curent aplicată și viteza de deplasare a sîrmei (m/min).

Se poate constata, și în acest caz, că grosimile cerute (7,5...15 μm) se obțin în diferite condiții conjugate de viteză și densitate de curent.

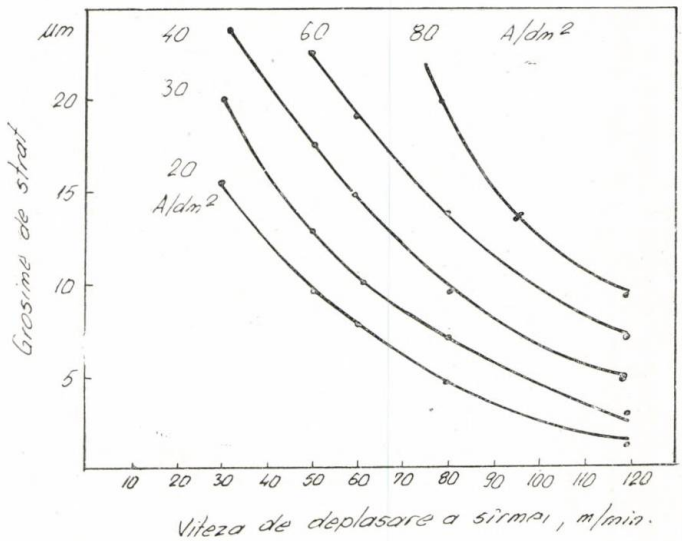


Fig. 4 Grosimi de strat obținute la diferite densități de curent D_K (A/dm²).

Concluzii

Aplicarea noului procedeu, la acoperirea sîrmei de cupru utilizată pentru confecționarea terminalelor componentelor electronice, este posibilă datorită performanțelor calitative ale depunerilor de aliaj Sn-Pb obținute și anume :

— capacitate de sudabilitate foarte bună, timpii de udare fiind sub 0,5 secunde, atît înainte cît și după îmbătrînire ;

— uniformitate pe toată lungimea sîrmei, lipsind porțiunile neacoperite ce ar conduce la deficiențe de lipire a terminalelor. Uniformitatea stratului depus,

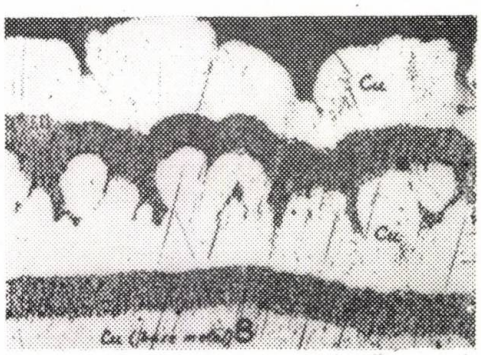


Fig. 5 Secțiune metalografică prin depuneri succesive de aliaj Sn-Pb și Cu electrolitic. Mărire 200 x 1.

precum și puterea de pătrundere, puse în evidență prin depuneri succesive de cupru și aliaje Sn-Pb, se pot constata și din figura 5 ;

— aderență foarte bună la metalul de bază ;

— concentricitate perfectă pe circumferința sîrmei, realizată fără utilizarea de filiere necesare corectării concentricității depunerilor realizate prin vechile procedee termice ; acest lucru este foarte bine ilustrat în figura 6, unde este prezentată o secțiune metalografică prin sîrma de cupru acoperită cu un strat de aliaj Sn-Pb de 14...15 μm ;

— structură uniformă și microcristalină, ce face ca procesul de topire și curgere a aliajului la încălzire să se producă la parametri optimi, conducînd la lipituri rezistente și în consecință la o bună sudabilitate.

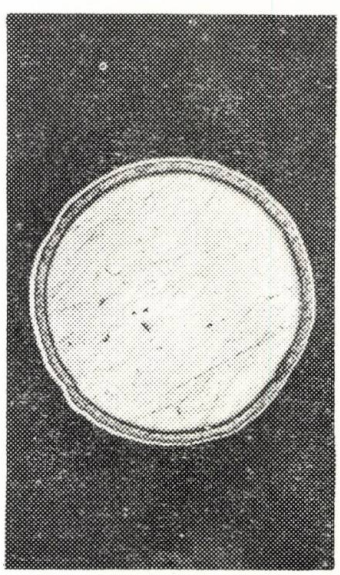


Fig. 6 Sîrmă de cupru ∅ 0,5 mm, cu strat Sn Pb 14...15 μm (cu strat de protecție metalografică obținut prin cuprare). M x 300.

Prezența plumbului face să crească calitățile anticorosive ale aliajului, ceea ce diminuează consecințele negative ale stocajului și ale altor factori ce intervine pe parcursul uzinării pînă la faza de terminal.

Din datele prezentate mai sus rezultă că procedeul de acoperire electrolitică a sîrmei de cupru cu strat de aliaj Sn-Pb (7...15 μm ; 60...63% Sn ; 40..37% Pb) poate înlocui cu succes vechile procedee de acoperire a sîrmei utilizate în electrotehnică, folosirea acestui procedeu conducînd la importante economii energetice și de materiale deficitare (staniu).

BIBLIOGRAFIE

[1] *Rothschild, B.:* Electroplating of Solderable Coatings — Metal Finishing, may, 1980.
[2] *Evans, C.:* Industrial Finishing and Surface Coatings, 1972, nr. 288.
[3] *Brener, A.:* The Electrodeposition of Alloys — NY — 1963.
[4] *Tintina, Kudriavțev:* Zascita Metallov, nr. 4/1980.
[5] *Trifonov, V.:* Metode moderne de depunere galvanică și chimică.

CZ : 621.52:338

Economia de apă la operațiile de pregătire a suprafeței din atelierele de acoperiri metalice

Ing. Rodica **GAVĂT**, ing. Gabriela **SIMIONUC** – I.C.T.C.M. București

Prezentarea problemei

În atelierele de acoperiri metalice, consumul de apă rezultă din dimensionarea inițială a instalației de alimentare, bazată pe capacitatea maximă a liniilor tehnologice. Această limită, în cele mai multe cazuri, nu este atinsă și în consecință apa se consumă nerațional.

În țările industrializate, în ultimii 8—10 ani, au fost luate măsuri de raționalizare a consumului de apă, ca urmare a necesității de menținere a echilibrului ecologic și a creșterii continue a prețului acestui lichid.

Din realizările de pînă acum, se disting următoarele căi de reducere a consumului de apă :

— adoptarea unor sisteme de denocivizare cu recirculare a apei ;

— îmbunătățirea sistemului de spălare astfel încît să se micșoreze consumul de apă cu un rezultat calitativ superior.

În cele ce urmează este tratată problema economisirii apei în stadiul tehnic actual din țară, cu aplicare la operațiile de pregătire a suprafeței pieselor în vederea acoperirilor electrochimice.

Mijloace de economisire a apei în etapa actuală

Pentru scopul urmărit au fost abordate următoarele căi :

— stabilirea unor metode de calcul al consumului de apă ținînd seama de criterii de diferențiere calitativă aplicată diverselor operații de spălare ;

— automatizarea alimentării cu apă pe baza proporționalității dintre conductibilitatea soluțiilor și conținutul de compuși chimici dizolvați ;

— adoptarea unor sisteme de recirculare și refolosire a apei de spălare.

Calculul consumului de apă

În ultimii ani s-au pus bazele teoretice ale procesului de spălare [1], [2], [3] rezultînd diverse formule de calcul bazate pe criteriul de spălare, R, în care :

$$R = \frac{C_0}{C_x}$$

unde :

C_0 = concentrația soluției în baia de tratament chimic (g/l) ;

C_x = concentrația soluției în ultima treaptă de spălare, (g/l).

În cazurile uzuale, R are valorile indicate în tabelul 1, pentru operațiile de spălare efectuate după tratamentele chimice de pregătire a suprafeței.

Criteriul de spălare R după operațiile de pregătire a suprafeței

Tabelul 1

Denumirea operației	Valoarea lui R
Degresare înainte de decapare	200—400
Decapare alcalină aluminiu	1000
Decapare acidă înainte de cuprare cianurică	2000
Decapare acidă înainte de cuprare acidă	200—400
Decapare înainte de nichelare	500—900
Decapare înainte de zincare și cadmiere cianurică	2000
Decapare înainte de zincare acidă	400
Decapare înainte de fosfatare	1000
Decapare înainte de nichelare chimică	2000

*) Conform normei CAER — 1982 [1]

Fac excepție de la aceste valori cazurile speciale în care se lucrează cu substanțe de înaltă puritate (industria electronică, fabricația de echipamente nucleare, pentru industria aeronautică etc.).

Conform normei de calcul CAER [1], consumul de apă se stabilește după formula :

$$Q = A \sqrt[n]{\frac{1}{5^M}\, xR}$$

în care :

Q = debitul de apă necesar (l/oră) ;
A = volumul de soluție concentrată antrenat pe piese în baia de spălare (l/oră) ;
n = numărul de trepte de spălare în cascadă ;
M = numărul de băi de spălare staționară.

Aplicînd această metodă de calcul, așa cum se vede în exemplul prezentat în tabelul 2, rezultă o economie substanțială de apă în cazul spălărilor multiple.

Consumul de apă în diversele variante de spălare la operațiile de pregătire a suprafeței. Cazul spălării după decapare înainte de cuprarea cianurică. Criteriu de spălare $R = 2000$

Tabelul 2

Metoda de spălare	Consum de apă [l/m²]
Spălare simplă curgătoare	400
Spălare staționară+spălare simplă curgătoare	80
Spălare în cascadă dublă	9
Spălare staționară+spălare în cascadă dublă	4
Spălare în cascadă triplă	3

Vehicularea unor debite atît de mici de apă impune, însă, utilizarea unui sistem automatizat de alimentare cu apă și experimentările efectuate au fost orientate în acest sens.

Automatizarea alimentării cu apă

S-a urmărit asigurarea alimentării cu apă, astfel încît, în ultima treaptă de spălare, să se respecte criteriul R la valorile indicate în tabelul 1. În acest scop, s-a stabilit experimental conductibilitatea soluțiilor corespunzătoare valorilor lui R, astfel încît alimentarea cu apă să se facă numai peste concentrațiile limită.

În determinările comparative efectuate s-au stabilit :

— influența calității apei de alimentare asupra valorii conductibilității apei evacuate. Rezultatele sînt prezentate în praficele din figurile 1a, 1b, 1c.

— influența gradului de uzură al soluțiilor de pregătire a suprafeței (degresare, decapare)

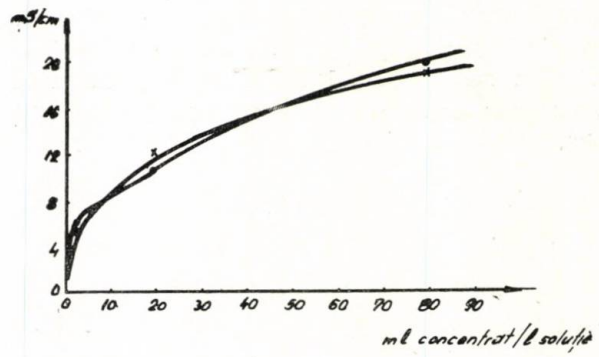


Fig. 1, a Influența calității apei de alimentare, în cazul degresării, asupra conductibilității apei la evacuare.
x — apă distilată ; o — apă comună ; $R = 400$; Compoziția soluției : hidroxid de sodiu — 60 g/l ; carbonat de sodiu — 40 g/l ; fosfat trisodic — 30 g/l; silicat de sodiu — 5 g/l.

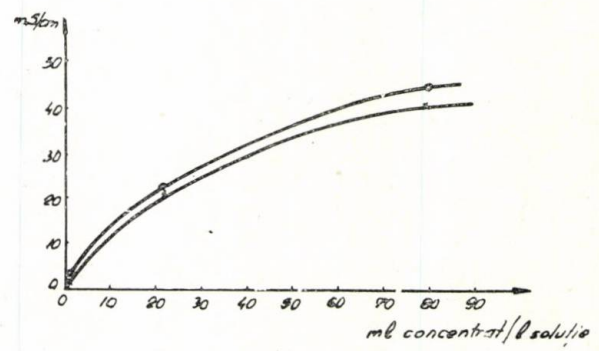


Fig. 1, b Influența calității apei de alimentare, în cazul decapării în acid clorhidric, asupra conductibilității apei la evacuare.
x — apă distilată ; o — apă comună ; $R = 2000$.
Compoziția soluției : acid clorhidric — 1 : 1.

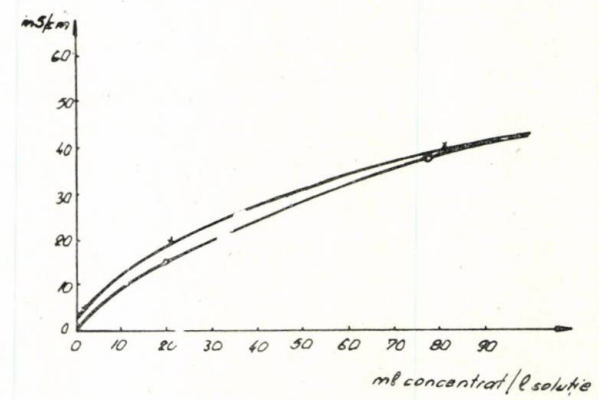


Fig. 1, c Influența calității apei de alimentare, în cazul decapării în acid sulfuric, asupra conductibilității apei la evacuare.
x — apă distilata ; o — apă comună ; $R = 2000$.
Compoziția soluției : acid sulfuric — 20 %.

asupra conductibilității apei la evacuare. Rezultatele sînt prezentate în graficele din figurile 2a, 2b, 2c.

Din experimentările efectuate pot fi trase concluziile asupra posibilității de automatizare a alimentării cu apă la operațiile de pregătire a suprafeței și anume :

— conductibilitatea inițială a apei de spălare are o influență neînsemnată asupra conductibilității apei evacuate, deci automatizarea poate fi realizată pentru orice calitate a apei industriale de alimentare ;

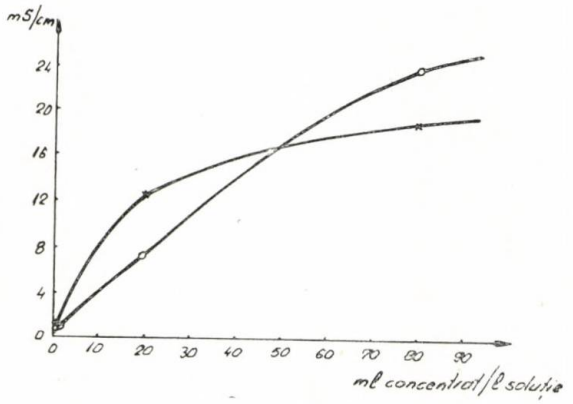


Fig. 2, a Influența uzurii soluției de degresare asupra coductibilității apei de spălare la evacuare.

x — soluție proaspătă ; o — soluție uzată.

Compoziția soluției (g/l) :

	Inițială	Finală
— hidroxid de sodiu :	60	30
— carbonat de sodiu :	40	20
— fosfat trisodic :	30	20
— silicat de sodiu :	5	5

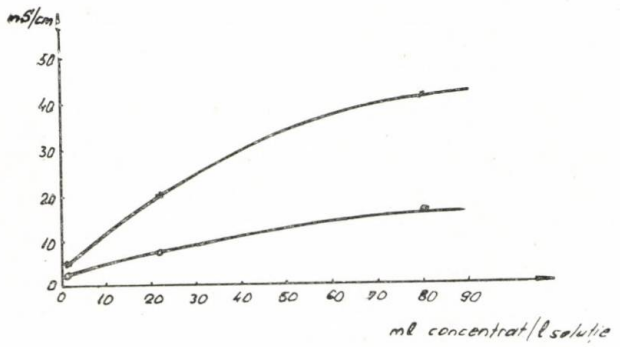


Fig. 2, b Influența uzurii soluției de decapare în acid clorhidric asupra conductibilității apei de spălare la evacuare.

x — soluție proaspătă : o — soluție uzată ; $R = 2000$.

Compoziția soluției :

	Inițială	Finală
— acid clorhidric	1 : 1	1/2 : 1
— clorură feroasă ($FeCl_2$)	—	225 g/l

— soluțiile utilizate la pregătirea suprafeței (degresare, decapare) își schimbă conductibilitatea, pe măsura uzării acestora, ceea ce impune reglarea în timp a aparaturii la valori din ce în ce mai mici ale acestui parametru.

Sisteme de recirculare a apei

S-a studiat și aplicat industrial procedeul de recirculare a apei cu tratarea nocivităților în prima baie de spălare. Acesta prezintă avantajul unei importante economii de apă, cu un consum redus de substanțe pentru denocivizare și a fost prezentat în alte ocazii [4].

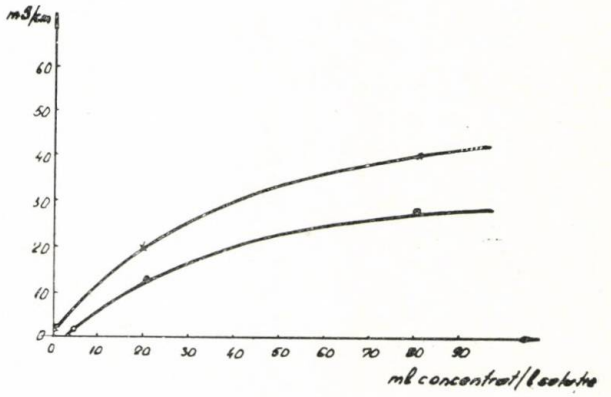


Fig. 2, c Influența uzurii soluției de decapare în acid sulfuric asupra conductibilității apei de spălare la evacuare.

x — soluție proaspătă ; o — soluție uzată ; $R = 2000$.

Compoziția soluției :

	Inițială	Finală
— acid sulfuric	200 g/l	100 g/l
— sulfat feros ($FeSO_4 . 7 H_2O$)	—	400...500 g/l

Oportunitatea adoptării unuia din procedeele de economisire a apei la operațiile de pregătire a suprafeței depinde de condițiile locale ca : productivitatea liniei tehnologice, exigențele calitative impuse procesului tehnologic, disponibilitățile de spațiu, posibilitățile de realizare a stației de denocivizare a apei, fondurile de investiții disponibile etc. Efectul economic ce se poate obține este dependent de aceeași factori, rezultînd o micșorare a consumului de apă cu 30...65% față de procedeele convenționale.

BIBLIOGRAFIE

[] *x x x* : Sovet Upolnomocenniîh po coordinații problemî — „Rezrabotka mer po zaşcite metallov ot korozii". — Unifitirovanîi metod raşciota kolicestva promîvnoi vodî pri galvanotehnologhia — Budapest, apr. 1982.

[2] *Hartmann, M. W.* : Economisirea apei și recuperarea electrolitului în galvanotehnică — în Draht 6/1976, pag. 285 (traducere).

[3] *Mohler, J.B.* : The performances of o rinsing tank — In „Metal Finishing", 8 și 9/1981. pag. 252, 284.

[4] *Gavăt, R.* : Economia de apă în atelierele de acoperiri metalice — Referat prezentat la consfătuirea „Folosirea rațională și protecția calității apelor în localități, industrie și agricultură", mai, 1982.

CZ : 628.543

Utilizarea schimbătorilor de ioni, românești la recuperarea metalelor din apele reziduale galvanice

Chim. Rodica **PĂTRAȘCU**, ing. Matei **DUMITRESCU** — I.C.T.C.M. București

Generalități

În procesul de galvanizare, compușii metalici se pierd atît prin uzura electroliților, cît și prin antrenarea soluțiilor pe piese la operația de spălare. După neutralizarea apelor reziduale, ei ajung sub formă de hidroxizi în nămolurile-deșeu, care, chiar în această stare, prezintă un pericol potențial față de mediul înconjurător. Creșterea producției industriale conduce la creșterea cantității de deșeuri și, implicit, problemele legate de denocivizarea și evacuarea acestora la atelierele de acoperiri metalice devin mai complexe.

Din aceste motive și avînd în vedere și valoarea unor metale, recuperarea acestora a apărut ca absolut necesară încă de la operația de spălare evitîndu-se astfel cheltuielile inutile pentru denocivizare.

În țările cu economie avansată (S.U.A., R.F.G., Japonia etc.) de circa 15 ani se acționează intens pentru recuperarea metalelor pierdute în procesul de galvanizare.

În România, în condițiile existenței a circa 300 de ateliere de acoperiri metalice, această acțiune a început în urmă cu aproximativ doi ani. În prealabil, au fost experimentate și evaluate pierderile de metal la principalele procese tehnologice, precum și cheltuielile necesare pentru denocivizarea substanțelor antrenate în apele reziduale (tabelul 1).

Pierderi specifice la operația de spălare — date obținute experimental

Tabelul 1

Denumirea procesului tehnologic	Pierderi electrolit [ml/m² piese]	Metal pierdut		Costuri substanțe pentru denocivizare [lei/m² piese]	Costuri totale [lei/m² piese]
		[g/m² piese]	[lei/m² piese]		
Cromare dură	150	18,5	1,11	1,43	2,54
Nichelare	103	7,9	0,56	0,02	0,58
Argintare	103	4,9	35	1	36
Aurire	100	0,4	266	0,20	266,20
Zincare cianurică	65	2,3	0,04	1,50	1,54
Cuprare acidă	28	1,4	0,05	0,02	0,07

Din examinarea tabelului, s-a desprins oportunitatea recuperării metalelor prețioase, datorită pierderilor costisitoare de la aceste acoperiri, precum și a cromului, la care pierderile specifice de electrolit sînt cele mai mari.

Ca metodă de cercetare a fost aleasă tehnica schimbului ionic datorită avantajelor pe care le prezintă și anume :

a) poate fi aplicată cu mijloace existente în țară ;

b) nu ridică probleme suplimentare de depoluare, ci, dimpotrivă, le simplifică ;

c) permite tratarea unor volume mari de apă de spălare, în care metalele se găsesc în concentrații mici, în medie 0,1—0,15 g/l ;

d) se obțin concentrate mari de substanțe utile care pot fi prelucrate ușor și reintroduse în circuitul de electrodepunere ;

e) consumul de energie este redus ;

f) permite recuperarea unei importante cantități de apă, în contextul înfruntării unor serioase probleme ale disponibilității de apă pentru consumul industrial.

Teoria schimbului ionic și aplicațiile sale este mult dezvoltată în literatura de specialitate, precum și în prospectele marilor firme producătoare de rășini schimbătoare de ioni, precum Bayer (R.D.G.), Röhm and Haas și Dow Chemical (S.U.A.), Sybron Resindion (Italia) etc.

La noi schimbătorii de ioni și-au găsit aplicabilitate în domeniul demineralizării apei și denocivizării apelor reziduale, al pretratării apei pentru centralele termice, al purificării siropurilor în industria alimentară și al analizei chimice.

În acest context, experimentările efectuate au urmărit să stabilească datele tehnice și tehnologice ale aplicării schimbului ionic și la recuperarea metalelor, în condițiile concrete ale atelierelor galvanice din țara noastră, utilizînd rășini schimbătoare de ioni indigene.

Ca urmare, au fost elaborate tehnologii de recuperare a unor metale, dintre care cele privind recuperarea aurului și argintului sînt deja aplicate în industrie, iar recuperarea cromului se află într-o fază avansată de experimentare industrială.

Recuperarea aurului și argintului

În apele reziduale galvanice, aurul și argintul se găsesc cu precădere sub formă de complecși cianurici, care pot fi reținuți pe rășini schimbătoare de anioni, puternic sau slab bazice, în funcție de *pH*-ul soluției.

Procedeul utilizat comportă două variante de lucru, redate în schema din figura 1.

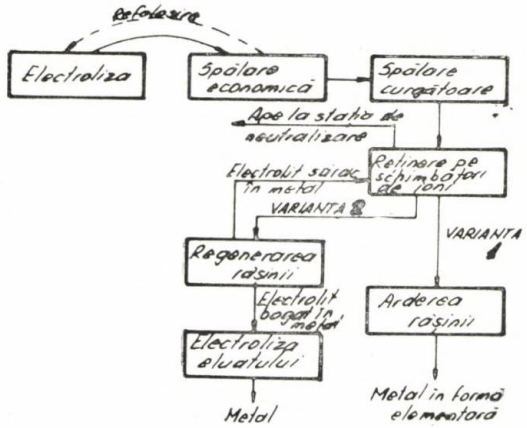


Fig. 1 Recuperarea aurului din ape reziduale galvanice prin schimb ionic.

Pentru experimentarea celor două variante, s-au utilizat rășini indigene de tip Vionit, comparabile cu cîteva tipuri de rășini echivalente străine de renume, precum Amberlite (S.U.A.), Lewatit (R.F.G.), Wofatit (R.D.G.), Relite (Italia).

În cazul recuperării aurului, testele preliminare efectuate asupra a două rășini puternic bazice (produse la Combinatul Chimic „Victoria"), diferite ca structură : Vionit AT_1 (structură gel) și Vionit AT_{14} (structură macroporoasă), au condus la alegerea rășinii Vionit AT_1, superioară în ceea ce privește capacitatea utilă de schimb.

Aceste experimentări au probat faptul că reținerea aurului din apele galvanice se produce prin crearea unor legături deosebit de puternice între complecșii cianurici și grupele funcționale ale rășinii, astfel încît regenerarea acesteia se face cu randamente scăzute, necesitînd arderea sa după saturare și recuperarea metalului în formă elementară.

Rezultatele obținute prin experimentarea și aplicarea procedeului (varianta I, fig. 1), utilizînd soluții de aurire de compoziții diferite, sînt date în tabelul 2 și permit cîteva concluzii :

— capacitatea de schimb a rășinii Vionit AT_1 diferă în funcție de compoziția electrolitului și de calitatea apei de spălare. Astfel, probele efectuate utilizînd apă de spălare demineralizată au dat rezultate mult mai bune (61,5 . . . 188 g Au/kg rășină), față de probele în care s-a utilizat apă industrială (7,7 . . . 24,3 g Au/kg rășină) ;

— prezența altor metale (Ni, Cu), precum și a substanțelor organice micșorează capacitatea utilă de schimb. Pentru eliminarea acestora, precum și a substanțelor coloidale, este absolut necesară filtrarea preliminară pe cărbune activ a soluțiilor de lucru ;

— puritatea aurului obținut după prelucrarea rășinii saturate, analizată prin metoda decimazică este de 996 ‰, ceea ce conferă metalului recuperat calitatea de aur fin, conform prevederilor STAS 4389-71 ;

Date comparative la experimentarea și aplicarea recuperării aurului prin reținere pe rășină Vionit AT_1

Tabelul 2

Întreprinderea	Compoziția soluției	Capacitate de reținere [g Au/kg rășină]		Puritate aur recuperat [‰]	Conținut în impurități [%]
		Probe laborator	Probe industriale		
F.E.A.	Au ca $KAu(CN)_2$ 8 g/l Acid citric (pentru corecție)	188	—	—	—
I.C.E.	Au ca $KAu(CN)_2$ 8 g/l Co (în agentul de luciu) Pirofosfat de sodiu Cianură de sodiu	68	24,3	—	Ag, Cu $\sim 10^{-1}$ Sn. P $\sim$ p Si $\sim 10^{-1}$ p Ca, Cr, Ni $\sim$ $\sim 10^{-1}...10^{-2}$ Pb, Fe $\sim 10^{-2}$
Electromagnetica	Au ca $KAu(CN)_2$ 4 g/l Ni (ca $NiSO_4$) 3 g/l Fosfat disodic 40 g/l Citrat de sodiu 40 g/l Acid citric 30 g/l	a. 61,5 b. 80	a. 13 b. 8 c. 7,7 d. 9,5	996,0	$Ag=10^{-2}...10^{-3}$ $Ca=10^{-2}...10^{-3}$ $Fe=10^{-3}...10^{-4}$ $Si=10^{-2}$ $Cu=10^{-1}...10^{-2}$

Compararea caracteristicilor tehnologice şi ale răşinii Vionit AT_1 cu răşini echivalente străine

Tabelul 3

Criterii de calitate	Metoda de determinare	U/M	Tip de răşină				
			Vionit AT_1 (RSR)	Wofatit SBW (R.F.G.)	Amberlite IRA 400 (S.U.A.)	Lewatit M 500 (R.F.G.)	Relite A—470 (Italia)
Capacitate de schimb a răşinii	Decimazică	g/l	10...80 *)	7...60 *)	—	20...100 *)	10...80 *)
Puritate aur recuperat	Decimazică	‰	996,0	996,0	996,0	996,0	996,0
Proprietăţi de ardere a răşinii	Eperimentat în laboratoarele I.C.E.C.H.I.M. în cuptoare cu ardere continuă	Obs. vizuală	foarte bună	—	dificilă (necesită tratare preliminară cu amestec de acizi)	—	—
Debitul maxim de curgere	Experimentat industrial	l/h/l răş.	40	40	40	40	40

*) Funcţie de compoziţia electrolitului de aurire.

— în urma aplicării industriale a procedeului timp de doi ani, răşina Vionit AT_1 s-a comportat corespunzător din toate punctele de vedere (capacitate utilă de schimb, permeabilitate, rezistenţă mecanică, etc.).

Aceste caracteristici fac ca răşina Vionit AT_1 să fie competitivă cu răşini similare reprezentative, produse pe plan mondial, aşa cum rezultă şi din tabelul 3.

Experimentările, în vederea alegerii răşinii adecvate şi pentru stabilirea tehnologiei de recuperare a argintului, s-au efectuat cu ape de spălare cianurice, utilizînd răşinile schimbătoare de ioni prezentate în tabelul 4, cu indicarea capacităţilor de reţinere obţinute.

Se observă că răşinile puternic gazice au o capacitate de reţinere a argintului cu 20—50% mai mare decît răşinile slab bazice. În schimb, regenerarea lor se face cu randamente mai mici, fapt reieşit şi din analiza diagramelor din figura 2, în care :

Capacitatea de reţinere a argintului la diferite tipuri de schimbători de ioni

Tabelul 4

Tipul schimbătorului de ioni	Producător	Capacitate de reţinere * [gAg/l răş.]	Observaţii
Lewatit Mp 64	R.F.G.	25—40	Slab bazic macroporos
Amberlite IRA 94	S.U.A.	25—50	Idem
Vionit AS 14	R.S.R.	25—40	Idem
Lewatit MP 500	R.F.G.	40—60	Puternic bazic macroporos
Amberlite IRA 400	S.U.A.	40—60	Idem
Vionit AT-14	R.S.R.	35—60	Idem

*) Rezultatele sînt în funcţie de compoziţia apelor de spălare.

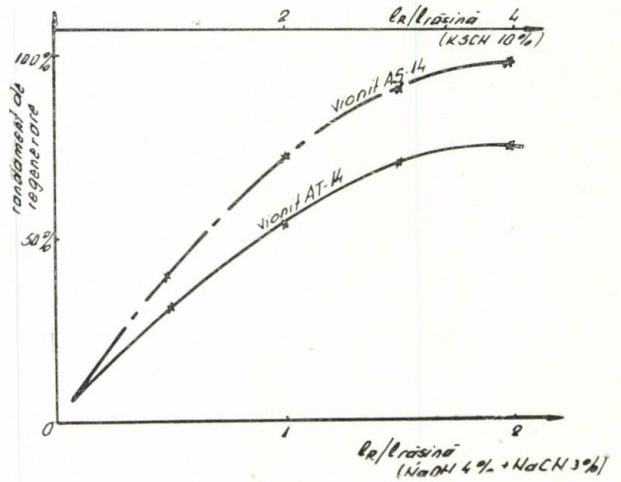


Fig. 2 Variaţia randamentului de regenerare a răşinilor Vionit AS 14 şi AT 14, în funcţie de agentul de regenerare.

— randamentul de regenerare este dat de raportul dintre cantitatea de argint reţinut şi cantitatea de argint obţinut după regenerare ;

— agenţii de regenerare utilizaţi au fost : sulfocianura de potasiu 10% — 4 1/1, pentru răşina puternic bazică AT 14 şi hidroxid de

sodiu 4% + cianură de sodiu 3% = 2 1/1, pentru rășina slab bazică AS-14.

În urma experimentărilor, s-a stabilit că recuperarea argintului din apele de spălare galvanice se poate face prin ambele variante prezentate în schema din figura 1 și anume :

— varianta I-a : reținerea argintului pe rășină puternic bazică Vionit AT-14, urmată de arderea rășinii saturate și recuperarea argintului elementar ;

— varianta II-a : reținerea argintului pe rășină slab bazică Vionit AS-14 urmată de regenerare. Se aplică soluțiilor cu un conținut foarte mic de argint (sub 0,3 g/l), regenerarea efectuîndu-se la intervale mari de timp, fără repercusiuni asupra productivității atelierului.

Ambele variante au fost experimentate industrial, iar varianta I-a se aplică industrial. Capacitatea de reținere superioară a rășinii și economia realizată prin neutilizarea unui agent de regenerare scump și provenit din import acoperă eficient pierderea rezultată din arderea rășinii.

În schema din figura 3 este prezentat itinerarul tehnologic urmat în aplicarea industrială a recuperării aurului și argintului din apele de spălare galvanice, cu utilizarea ulterioară a metalelor recuperate.

Din cauza costurilor foarte ridicate, de circa 2—3 ori mai mari decît prețul materiei prime (anhidrida cromică), cît și a faptului că nu se realizează denocivizarea completă a apelor reziduale, recuperarea cromului din apele de spălare diluate este puțin practicată.

Mult mai frecvent se practică recuperarea acidului cromic din electroliți de cromare uzați și din apele de spălare concentrate. Aici problema care se pune este cea a îndepărtării cationilor (Cr^{3+} și Fe^{3+}), care, în concentrații de 15—20 g/l, provoacă uzarea electrolitului de cromare (prin diminuarea randamentului de curent), creșterea diferenței de potențial la bornele electrozilor și înrăutățirea calității depunerii metalice.

Pe plan mondial, cele mai notabile realizări în domeniu au fost obținute cu rășini schimbătoare de cationi puternic acide de tipurile : Amberlite 200 (S.U.A.), Lewatit SP—112 (R.F.G.), Relite CFZ (Italia) etc.

Cercetările efectuate au stabilit în ce măsură rășinile schimbătoare de ioni, produse în țară la Combinatul Chimic „Victoria", sînt bune pentru recuperarea acidului cromic. Aceste cercetări erau cu atît mai necesare,

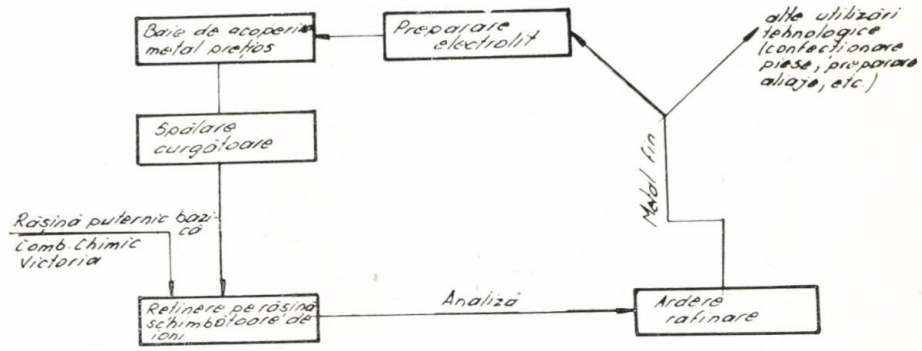


Fig. 3 Itinerarul tehnologic al recuperării industriale prin schimb ionic a aurului și argintului din ape de spălare galvanice.

Recuperarea cromului

Spre deosebire de alte metale utilizate în galvanotehnică, cromul se află în apele reziduale sub formă anionică : CrO_4^{2-} sau $Cr_2O_7^{2-}$

Recuperarea cromului cu ajutorul schimbătorilor de ioni se poate face sub formă de acid cromic, atît din apele de spălare, unde se află în concentrații foarte mici (0,01—1 g/l CrO_3), cît mai ales, din electroliți uzați, unde concentrația este mult mai mare (200—450 g/l CrO_3) și din apele de spălare concentrate (10—50 g/l CrO_3) rezultate de la spălarea economică, sau din băile de spălare multiplă.

cu atît la acea dată nu era cunoscută rezistența acestor rășini la acțiunea puternic oxidată a acidului cromic.

În acest scop, s-au studiat parametrii tehnologici (viteza de trecere prin strat, concentrația optimă a electrolitului uzat, natura, concentrația și cantitatea agentului de regenerare, viteza de regenerare), precum și influența acestora asupra capacității utile de schimb a rășinii puternic acide Vionit CS-34. Alegerea acestui tip de rășină s-a făcut în urma unor teste preliminare, care au desemnat-o drept cea mai rezistentă la acțiunea acidului cromic.

În figura 4 se reprezintă grafic influența concentrației soluției cromice și a vitezei sale

de trecere prin stratul de rășină, asupra capacității utile de schimb a rășinii Vionit CS-34, în următoarele condiții :

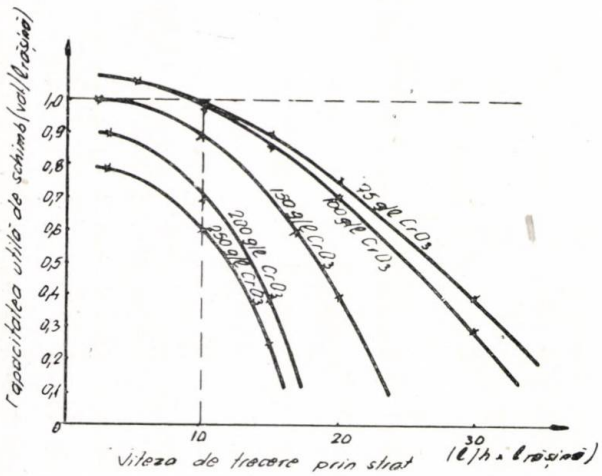


Fig. 4 Influența concentrației soluției de lucru și a vitezei de trecere prin stratul de rășină asupra capacității utile de schimb a rășinii Vionit CS-34.

— concentrația cationilor : Fe $\geqslant$ 15 g/l ; Cr^{3+} $>$ 5 g/l ;

— regenerat specific : H_2SO_4 12%.

Cele mai bune rezultate se obțin la viteze de trecere mai mici de 20 l/oră $\times$ 1 rășină și la concentrații mai mici de 150 g/l CrO_3. Peste această concentrație, capacitatea utilă de schimb scade brusc, datorită efectului puternic oxidant al acidului cromic și a creșterii vîscozității soluției, care micșorează mobilitatea ionilor.

În figura 5 se prezintă influența naturii, a concentrației și a cantității agentului de regenerare asupra capacității utile de schimb a rășinii Vionit CS-34.

Deși acidul clorhidric este un agent de regenerare mai bun, se preferă acidul sulfuric, îndeosebi pentru evitarea pericolului de impurificare a electrolitului recuperat cu ioni Cl^-, care au efecte nedorite asupra calității electrolitului de cromare.

În figura 6 se prezintă grafic influența vitezei de trecere prin strat, la diverse temperaturi, asupra capacității utile de schimb a rășinii Vionit CS-34. Cele mai bune rezultate se obțin la viteze de trecere mai mici de 10 l/h/l rășină.

Lucrînd în următoarele condiții :

— concentrația electrolitului uzat : 100—150 g/l CrO_3 ;

— viteză de trecere prin strat (viteza de încărcare) : 10—15 l/h $\times$ 1 rășină ;

— regenerat specific : H_2SO_4 12% ;

— cantitate de regerant : 0,300—0,320 kg H_2SO_4 100% /1 rășină ;

— viteza de regenerare : maxim 10 l/h $\times$ $\times$ 1 rășină ;

— timpul de contact : 45—60 min/ciclu, se obține o soluție cromică practic lipsită de cationi și care poate fi utilizată la prepararea unui nou electrolit și la compensarea prin evaporare la băile în funcțiune.

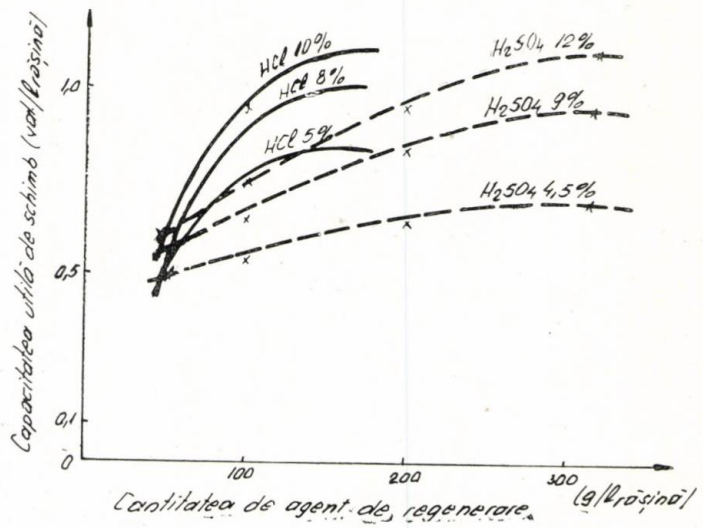


Fig. 5 Influența naturii, concentrației și cantității de regenerant asupra capacității utile de schimb a rășinii Vionit CS-34.

În urma acestor experimentări, s-a dovedit că rășina Vionit CS-34 prezintă o excelentă rezistență chimică și mecanică, iar performanțele ei o apropie de cele mai reprezentative rășini străine menționate mai sus.

Rezultatele bune obținute în experimentările de laborator și pilot au permis realizarea unei instalații cu două coloane cu schimbători de ioni în cascadă, instalație aflată în experimentare industrială.

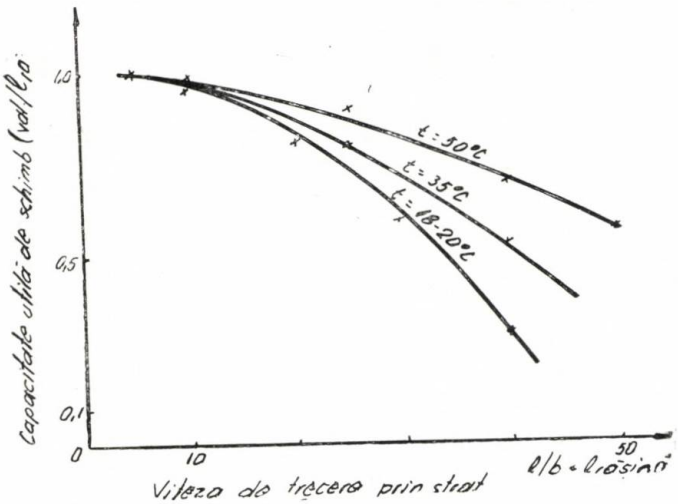


Fig. 6 Influența vitezei de trecere prin strat și a temperaturii de lucru asupra capacității utile de schimb a rășinii Vionit CS-34.

Aspecte economice

Aplicarea industrială a procedeelor de recuperare a metalelor din apele reziduale galvanice utilizînd schimbători de ioni de fabricație românească poate conduce la importante rezultate economice și ecologice.

Procedeul de recuperare a metalelor prețioase prin reținere pe rășină puternic bazică, urmată de arderea rășinii saturate, permite recuperarea totală a aurului și argintului, cu un consum minim de manoperă și fără să stînjenească procesul de acoperire propriu-zis.

Se estimează că, în cazul aurului, cheltuielile de recuperare reprezintă circa 1—2% din valoarea metalului recuperat, iar în cazul argintului circa 30—40%.

Avînd în vedere numărul mare al întreprinderilor din țară dotate cu secții de argintare de capacități diferite, recuperarea argintului se va face pe trei tipuri de instalații, funcție de productivitate.

În cazul recuperării cromului, se estimează că în cazul unei linii de cromare dură cu mai multe băi, cu un volum total de 25.000 l electrolit, anual se pot recupera, numai din electroliții uzați, circa 13.000 l soluție de cromare, respectiv 3.200 kg anhidridă cromică, ceea ce reprezintă circa 20% din consumul mediu anual al liniei de cromare.

Acestor avantaje economice li se mai adaugă și cele rezultate din economia de chemicale și de manoperă care ar fi necesare pentru neutralizarea acidului cromic, valoarea acestor economii fiind cel puțin egală cu cea a acidului cromic recuperat.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Hartinger, L.*: Rückgewinnung von Wertstoffen in flüssiger Form, Galvanotechnik, 1977, nr. 8, pag. 721.

[2] *Spanier, G.*: Restmetall — Entfernung durch Ionenaustausch nach der Abwasser — Elektrolyse, Galvanotechnik, 1977, nr. 8, pag. 705.

[3] *Kennedy, D. C.*: Predict sorption of metals on ion — exchange resins, Chemical engineering, 1980, Iunie, p. 106.

[4] *Kauczor, H. W.*: Reinigung von metallhaltigen Abwässern durch Ionenaustausch, Metall, 1978, p. 32.

[5] x x x — Recupero dell'oro, da soluzioni cianurate di placatura e di lavaggio con la Relite A-470, Informazione tecnica, Sybron/Resindion.

[6] x x x — Rückgewinnnung von Silber aus cyanidischer Lösung durch Lewatit — Ionenaustauscher, Bayer, R.F.G.

CZ : 623.543

Recuperarea cromului din apele reziduale

Prof. dr. ing. Aleksandr **ASENOV**,
in. Dimităr **DIMCEV** — Institutul pentru protecția metalelor contra coroziunii — Sofia

Prezentarea problemei

Problema protecției mediului înconjurător devine foarte acută cînd se referă la înlăturarea substanțelor nocive, sau cancerigene. Aceasta este situația și cu apele reziduale ce conțin crom hexavalent. Independent de faptul că rezolvarea problemei are un caracter social-ecologic, ea trebuie studiată și din punct de vedere al eficienței economice.

Primul pas a fost îndreptat spre introducerea spălării economice [1]. Experiențele pentru introducerea în galvanotehnică a unei alimentări cu apă recirculară, bazată pe tehnologia clasică de sedimentare, continuă și astăzi (2).

Indiferent de faptul că s-a stabilit un interval optim de *pH* pentru precipitarea concomitentă sub formă de hidroxizi a unei serii de ioni metalici (Zn^{2+}, Cd^{2+}, Fe^{3+}, Cr^{3+} și Ni^{2+}), posibilitățile practice ale unor astfel de instalații cu recirculare nu au depășit 30—40% din debitul total al apelor prelucrate, din cauza conținutului ridicat în săruri al apelor prelucrate.

Lucrările de concentrare prin electroliză a soluțiilor cromice diluate, sînt de perspectivă,

dar cu posibilități practice limitate, mai ales din cauza unei productivități scăzute a metodei [3]. Rezolvarea tehnologică (o tehnologie fără deșeuri) pentru apele cromice a fost descrisă de E. Cadwallader și alții [4]. Procesul de bază folosește evaporarea, asociată cu spălarea în cascadă și cu schimbul de ioni. Soluția este complicată și cu consum mare de energie.

Practica a arătat că metoda cu schimbători de ioni este avantajoasă din p.d.v. economic, în cazul unei folosiri judicioase [5].

Pe această bază, s-au prelucrat tehnologii pentru recuperarea cianurilor [6], a acidului fosforic [7] etc. Metoda are o serie de avantaje : productivitate înaltă, fiabilitate în exploatare, simplitate în realizare practică, consum redus de energie, grad înalt de purificare a apelor, grad înalt (92%) de reutilizare a apelor, posibilitate de recuperare a substanțelor reținute, etc.

Datele comparative între metoda evaporării și cea cu schimbători de ioni au arătat că cea din urmă este de 3 ori mai economică [9].

Alegerea tehnologiei

Pentru rezolvarea problemei de recuperare a bicromaților din apele reziduale, o mare importanță o prezintă procesul de absorbție ca și cel de desorbție. Din această cauză, rășinilor schimbătoare de ioni, li se impun următoarele cerințe : o capacitate mare de schimb în condiții dinamice și o deplină regenerare, la consumuri minime de chimicale.

Apropiate de aceste cerințe sînt rășinile slab bazice.

Una din soluțiile pentru recuperarea prin schimb ionic a ionilor de cromați — bicromați din apele reziduale este folosirea unor anioniți slab bazici sub formă de sulfat, în combinație cu cationiți puternic acizi.

Această metodă duce la consum ridicat de chimicale : rășina saturată la început se regenerează cu NaOH soluție, după care se prelucrează cu soluția de Na_2SO_4, iar aluatul se trece prin filtrul de cationit [10]. Apele purificate după această metodă sînt supuse unei desalinizări complete.

Tehnologia suferă o simplificare importantă, dacă se lucrează după următoarea schemă.

$$n\,[\mathrm{Cat}] - \mathrm{H} + \mathrm{Me}^{+n} \rightleftharpoons n\,[\mathrm{Cat}] - \mathrm{Me} + n\,\mathrm{H}^{+} \quad (1)$$

$$2\,[\mathrm{An}] - \mathrm{OH} + \mathrm{Cr_2O_7^{-2}} \rightleftharpoons [\mathrm{An}]_2 - \mathrm{Cr_2O_7} + 2\,\mathrm{OH}^{-} \quad (2)$$

În acest caz nu mai este necesar să se transforme rășina în formă de sare și nu mai apare necesitatea epurării suplimentare a apelor prelucrate.

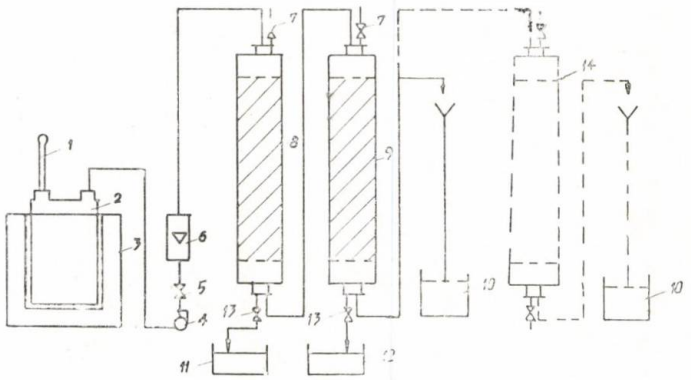


Fig. 1 Schema instalației de laborator pentru recuperarea cromului din apele reziduale.
1 — termometru ; 2, 10 — rezervor ; 3 — termostat ; 4 — pompă ; 5 robinet ; 6 — debitmetru ; 7 — ventil pentru eliminarea aerului ; 8, 9 — filtre.

Instalația experimentală (fig. 1) și utilajele folosite pentru cercetare conțin un filtru puternic acid cu cationit 8 și un filtru slab bazic cu anionit 9. Apele reziduale trecute preliminar prin pompa 4 se trimit succesiv în filtrele 8 și 9. Viteza fluxului se citește la debitmetrul 6. Reglarea debitului se realizează prin robinetele 5. Eliminarea aerului din sistem se face prin ventilele 7. Apa epurată se colectează în rezervorul 10. Eluații sînt diriiați spre recipienții 11 și 12 prin robinetele 13.

Epurarea apelor reziduale cu recuperarea bicromaților, în condiții dinamice

Apele reziduale obținute în urma spălărilor tehnologice în decursul proceselor de cromare, pasivizare cromică și decapare cromică conțin în special ioni bicromați, ioni ai metalelor grele și ai unor acizi organici.

Concentrația anionilor de bicromat în apele de spălare variază în limite mari (tab. 1). Ea se află în dependență directă de tehnologia de spălare adoptată. Tehnologia de spălare,

Concentrația ionilor în apele de spălare, la spălarea simplă, curgătoare

Tabelul 1

Nr. crt.	Conținutul apelor reziduale							
	$Cr_2O_7^{-2}$	Zn^{+2}	Cu^{+2}	Cd^{+2}	Cr^{+3}	NO_3^-	SO_4^-	*pH*
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	
1	20—750	5—200	—	—	5—50	—	1—10	1,0—2,5
2	30—800	—	5—300	—	2—35	2—12	1—20	1,0—2,0
3	15—850	—	—	5—350	2—30	—	2—30	1,0—2,0

în toate cazurile, trebuie să fie pusă în acord cu metoda de epurare folosită pentru apele reziduale.

Rezultatele privind condițiile optime de lucru pentru rășini schimbătoare de ioni au confirmat utilitatea folosirii unei spălări economice, combinată cu spălarea cu jeturi [8]). În acest caz, concentrația ionilor corespunzători este relativ constantă (tab. 2).

Studiul purificări apelor reziduale cu ajutorul schimbătorilor de ioni, cu recuperarea bicromaților, s-a desfășurat în condiții dinamice.

S-au stabilit parametrii de bază ai rășinilor, durata acțiunii de protecție (θ)*), sau așa — numita capacitate de schimb, și pierderile în timpul acțiunii de protecție (stratul inactiv), în funcție de viteza lineară a fluxului.

Datele au fost obținute la concentrații constante ale impurităților și la temperatură constantă (a camerei) a apei prelucrate. Limita gradului de purificare se consideră atingerea unei electroconductivități de 50 $\mu s \cdot cm^{-1}$. Analiza rezultatelor arată că timpul acțiunii de protecție a stratului de rășină depinde de viteza de curgere a fluxului. Pentru viteze de ordinul $15 \cdot 10^{-4}$ m/s și $35 \cdot 10^{-4}$ m/s, această influență este nesemnificativă, în timp ce pentru viteze de circa $23 \cdot 10^{-3}$ m/s și mai mari, influența devine considerabilă (fig. 2). De exemplu la vitezele fluxului de $15 \cdot 10^{-4}$ m/s, înălțimea stratului inactiv atinge doar $5{,}5 \cdot 10^{-2}$ m, în timp ce pentru viteze de $6{,}3 \cdot 10^{-3}$ m/s, stratul inactiv are înălțimea de $16 \cdot 10^{-2}$ m, adică crește de aproape 3 ori.

Rezultatele experiențelor au arătat, de asemenea, că odată cu creșterea vitezei fluxului apelor prelucrate, timpul de protecție a stratului de rășină scade : la $W = 15 \cdot 10^{-4}$ m/s, timpul de protecție este egal cu $0{,}2—10^4$.s, în timp de la $W = 35 \cdot 10^{-4}$ m/s, el abia ajunge la $1{,}4 \cdot 10^3$ s. S-a stabilit pierderea de timp de protecție a stratului de rășină la diverse viteze ale încărcării liniare :

— cînd $W = 15 \cdot 10^{-4}$ m/s, $\theta p = 2{,}07 \cdot 10^4$ s ;

— cînd $W = 35 \cdot 10^{-4}$ m/s, $\theta p = 1{,}12 \cdot 10^4$ s ;

— cînd $W = 46 \cdot 10^{-4}$ m/s, $\theta p = 0{,}95 \cdot 10^4$ s.

Pe baza unor dependențe grafice, au fost calculate ecuațiile acțiunii de protecție a stratului de rășină schimbătoare de ioni la vitezele de încărcare studiate :

$$\theta_1 = (37{,}4 \cdot H - 2{,}07) \cdot 10^4 \quad (s) \qquad (1)$$

$$\theta_2 = (1{,}61 \cdot H - 1{,}12) \cdot 10^4 \quad (s) \qquad (2)$$

$$\theta_3 = (0{,}94 \cdot H - 0{,}95) \cdot 10^4 \quad (s) \qquad (3)$$

Concentrația ionilor în apele de spălare, la spălarea economică, combinată cu spălarea cu jeturi

Tabelul 2

Nr. crt.	Conținutul apelor reziduale							
	$Cr_2O_7^{-2}$	Zn^{+2}	Cu^{+2}	Cd^{+2}	NO_3^-	SO_4^{-2}	Cr^{+3}	*pH*
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	
1	15—20	2—4	—	—	—	1,0—2,0	0,1—1	2,0—2,5
2	15—20	—	3—5	—	0,2—1,2	1,0—1,4	0,1—0,5	2,0—2,5
3	20—25	—	—	4—6	—	0,5—1,2	0,1—0,8	2,0—2,5

* N.R. Termenul „capacitate de schimb" — exprimată de regulă, prin mval/ml rășină — caracterizează mai bine o rășină schimbătoare de ioni și ca atare este unanim folosit și recomandat de literatura de specialitate decît termenul „durata acțiunii de protecție" preferat de autorii articolului.

epurarea apelor și la recuperarea din ele a ionilor corespunzători, dar și la folosirea produselor ce se obțin ca rezultat al proceselor de regenerare. La realizarea unui proces obișnuit de regenerare, concentrația maximă obținută a ionilor de crom nu depășește 28 g/l (tabelul 3, nr. 1).

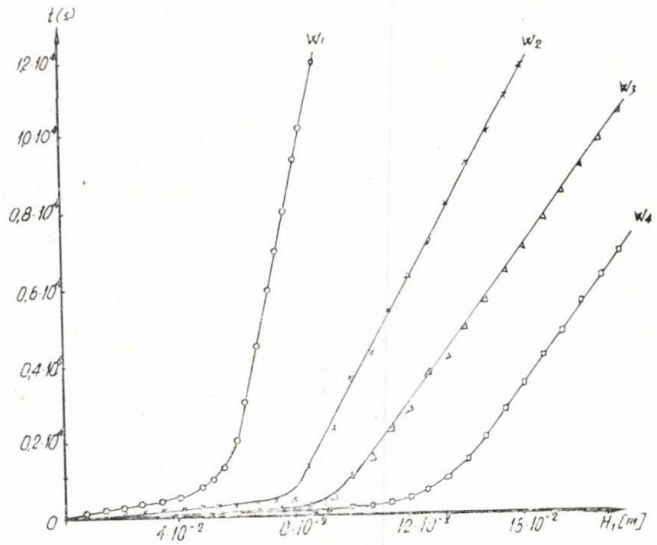


Fig. 2 Dependența timpului de protecție al rășinii, de înălțimea stratului.

Din rezultatele obținute se poate trage concluzia că anionitul slab bazic în forma OH, este potrivit pentru epurarea apelor reziduale ce conțin crom.

Timpul acțiunii de protecție este maxim la viteze $W = 15 \cdot 10^{-4}$ m/s. Pentru viteze de circa $35 \cdot 10^{-4}$ m/s, timpul acțiunii de protecție scade de 5—6 ori, în timp ce pentru viteze de circa $40 \cdot 10^{-4}$ m/s și mai mari, el scade de 10 ori.

Din cele arătate mai sus rezultă că încărcarea linieară pe anionitul slab bazic, la un grad înalt al acțiunii de protecție, nu trebuie să depășească $30 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Pentru realizarea unei tehnologii corespunzătoare, actuala problemă nu se reduc doar la

Prin folosirea unui al doi-lea filtru anionitic (fig. 1, poz. 14), rezultă un volum echilibrat de eluat, în care concentrația ionilor studiați crește de 1,8—2 ori (tab. 3, nr. 2).

Ca rezultat al folosirii unei eluări în 2 trepte (o treaptă — eluat după prima reducere, a doua treaptă-soluție 9% NaOH) concentrația cromaților în eluat ajunge la 110—120 g/l, cu o alcalinitate reziduală minimă (tab. 3, nr. 3). Concentrația este bună pentru pregătirea unei soluții de pasivizare, după o prelucrare cationitică conform ecuației :

$$2(\text{Cat}) - \text{H} + 2\ \text{Na} \rightleftharpoons 2(\text{Cat}) - \text{Na} + 2\ \text{H}^+ \quad (4)$$

Concentrația ionilor în eluatul rezultat la regenerarea rășinii schimbătoare de ioni

Tabelul 3

Eluat Nr. crt.	Conținutul și concentrația eluatului							
	CrO_4^{-2}	Zn^{+2}	Cu^{+2}	Cd^{+2}	Cr^{-3}	NO_4^{-2}	SO_4^{-2}	NaOH
	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/l]
1	22—28	—	—	—	—	0,2—0,8	0,8—1,2	80—84
2	46—52	—	—	—	—	0,5—1,4	1,4—2,5	45—54
3	110—120	—	—	—	—	9,0—4,2	5,0—7,2	0,8—1,0

BIBLIOGRAFIE

[1] *Kennet, J.I.:* Methods for managing cadmium wasres în the Electroplating Industri, New York. 1979./s. 4—7/.

[2] *Pawlowski, L., Wasag, H.:* Closed water circulation in plating plants I. Effluent + water treatment Journal. V. 22 Nr. 4 1982. /S. 147—149/.

[3] *Moedlich, K.:* Rückgewinnung von Sechswertigem Chrom aus Spülwässern, J. Galvanotechnik, Nr. 6, 1982/S. 594—596/.

[4] *Cadwallader, E., Colins, J.F., McCanley, I.L.:* An Energy-Efficient System for Closed — Loop Treatment of Electroplating Wastenater. J. Plating and Surflace Finishing. Nr. 1 1982. /S 30—34/.

[5] *Urban, H.J.:* Ionenaustauscheranlagen. Die verschiedenen Betriebstechniken — wirtschafliche und technische Gesichtspunkte. Mettal Oberfläche. (J). Nr. 5. 1982. /S. 201—205/.

[6] *Carlson, L.G.:* Pat. 4321145/23.03.1983 (US). Metall Finishing.(J.) Nr. 6 — 1982. (S. 112).

[7] *Fischwaseer, K.:* Regeneracja rostworów do trawienia w kwasie fosforowym za pomoca jonitów—. Powoloki Ochronne (J). Nr. 4—5, 1981. (S. 49—50).

[8] *Dimcev, D.I., Kanceva, A.A.:* Sistem închis de denocivizare a apei în atelierele galvanice și recuperarea metalelor din apele de spălare. Conferința de galvanotehnică, Russe, 1982 (lb. bg).

[9] *Grebeniuk, D.D., Amazo, A.A.:* Demineralizarea apei cu ioniți M. 1980 (p. 16—24) (lb. bulgară).

[10] *Rüb, F.:* Aufbereitung von Sülwässern der Metallindustrie nach dem Ionen — Austauschvertahren. Wasser. Luft und Betrieb. Nr. 8. 1969/S/.292/.

CZ : 628.543

Denocivizarea fotochimică a apelor reziduale care conțin crom

Prof. dr. ing. Aleksandr **ASENOV**,
ing. Dimităr **DIMCEV** — Institutul pentru protecția metalelor contra coroziunii — Sofia

Dacă o anumită moleculă absoarbe lumina, energia ei atomică crește proporțional cu energia fotonului absorbit [1]. În acest caz se modifică energia de rotație, energia de vibrație și energia electronică a moleculei [2]. Energia electronică crește doar la absorbția unei cuante destul de mari. În acest caz ne putem aștepta ca partea îmbogățită a spectrului energetic să conducă la creșterea energiei electronice a moleculei date. Intensitatea absorbției luminii, la tranziția electronilor pentru fiecare lungime de undă în parte, depinde de probabilitatea tranziției și de dimensiunea moleculei care absoarbe [3, 4]. Din această cauză maximul de absorbție în intervalul dat al lungimilor de undă va corespunde maximului probabilității tranziției electronice [5, 6].

Maximele spectrelor de absorbție ale substanțelor HCHO, $H_2Cr_2O_7$ și $Cr_2(SO_4)3$ se găsesc la 190, 195, 250 și 350 nm ; 225, 275 și 580 nm (fig. 1, 2). În concordanță cu tipul electronilor de valență conținuți în moleculele studiate, se pot da următoarele explicații asupra proprietăților lor de absorbție : în molecula formaldehidei sînt prezente legături simple (electroni — σ), funcțiile de stare și densitatea de sarcină ale acestor electroni, care se rotesc, sînt simetrice față de axa valențelor (5). În sisteme nesaturate, starea energetică a norilor de electroni excitați la absorbția luminii în domeniul vizibil sau ultraviolet, depinde în principal, de electronii π [2]. Molecula formaldehidei conține un atom de oxigen în care se află electroni neîmperecheați (electroni —n).

Cele prezentate anterior sînt ilustrate în felul următor :

$$\begin{array}{c} O: \longrightarrow n \\ \| \longrightarrow \pi \\ H-C-H \\ \downarrow \\ \sigma \end{array} \qquad (1)$$

În molecula bicromatului se găsesc simultan electroni σ—, π— și n— și legături ionice.

În molecula de sulfat de crom legăturile dintre grupele de crom și sulfat sînt ionice.

Astfel, maximele spectrelor de absorbție ale substanțelor HCHO și $H_2Cr_2O_7$ se află în domeniul ultraviolet (fig. 1 și 2). De aici rezultă că tranziția posibilă a electronilor va fi de la N→Q, care este descrisă prin tranzitia n→ π^* pe orbitalul π.

O altă tranziție posibilă se realizează la iradierea soluției apoase de ioni a cromului trivalent : ionii de crom au orbitalul *d* incomplet ($d = 4$), în care intră 5 orbitaluri energetice echivalente. Electronul trece de pe un orbital pe altul fără absorbirea energiei (în lipsa cîmpului magnetic sau electric exterior).

În practică acest lucru se produce altfel. Capacitatea de absorbție a ionilor de crom în soluția apoasă este condiționată de complexul lor de hidrați.

$$[Cr_2(SO_4)_3] \cdot H_2SO_4]_6 \cdot 6H_2O \rightleftharpoons$$

$$\rightleftharpoons 2[Cr(H_2O)_6]^{3+} + 3SO_4^{2-}$$

În acest caz, moleculele polarizate ale apei se deformează și despică orbitalul *d* în grupe cu diferite nivele și în consecință tranzițiile

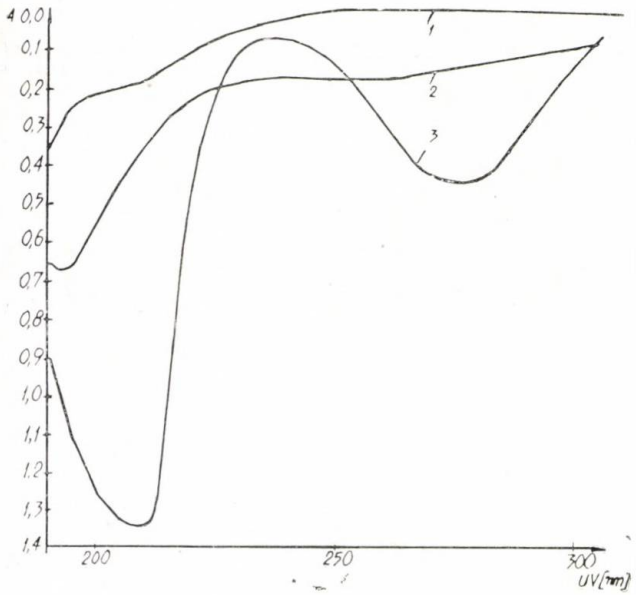


Fig. 1 Spectre de absorbție în domeniul ultraviolet pentru :
1) HCHO ; 2) $H_2Cr_2O_7$ și 3) $Cr_2(SO_4)_3$.

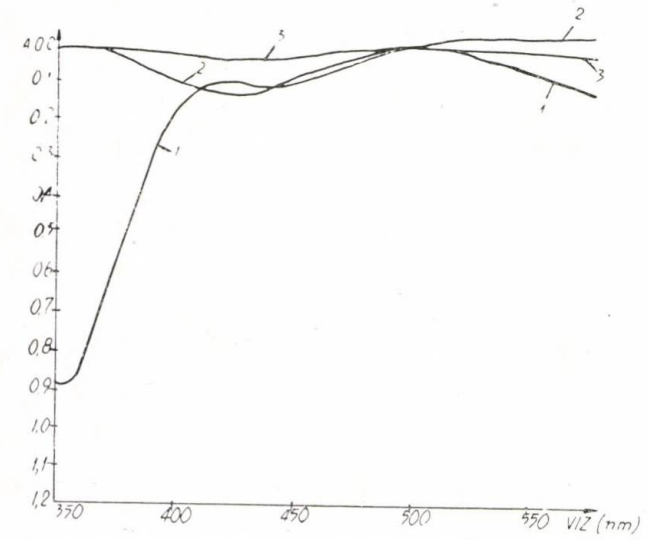


Fig. 2 Spectre de absorbție în domeniul vizibil pentru : 1) $H_2Cr_2O_7$; 2) $Cr_2(SO_4)_3$.

electronice de la o grupă de orbitaluri la alta se produc la absorbția de energie. De valoarea energiei ruperii de la electroni depinde colorarea complexului [5, 6, 7].

Pe baza celor mai de sus, putem să ne așteptăm ca la iradierea soluțiilor apoase de acid bicromic și (sau) de formaldehidă, cu lumină ultravioletă, sînt posibile tranziții electronice de la orbitalul atomic excitat, nelegat, către orbitalul de antilegătură. Cercetările comparative ale reducerii chimice și fotochi-

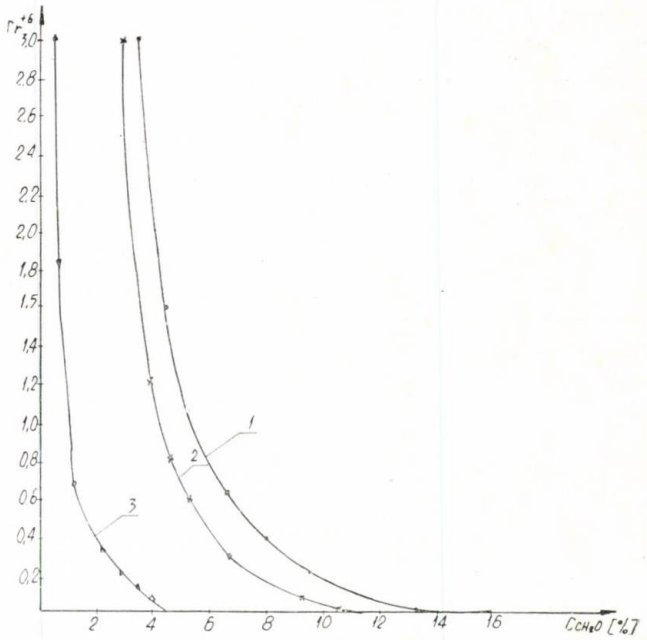


Fig. 3 Dependența vitezei de reducere a Cr^{+6} de concentrația HCHO, la $pH=2,0$, C_0 = 45,0 mg/l și T = 20°C. 1 — fără aport de lumină ; 2 — la lumina zilei ; 3 — la raze ultraviolete.

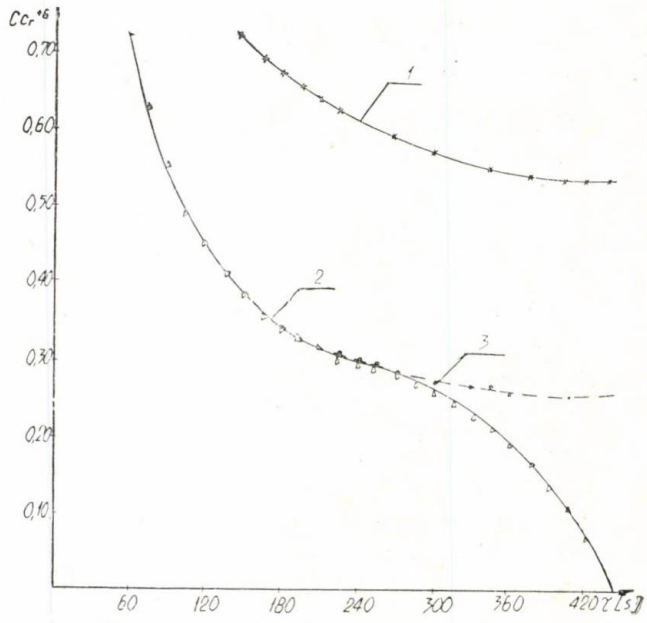


Fig. 4 Cinetica reacției de reducere a Cr^{+6}, în soluție de 4,0%HCHO, la $pH=2,0$; T = 20°C. 1 — la lumina zilei ; 2 — la raze ultraviolete ; 3 — după terminarea iluminării.

mice ale Cr^{+6} cu HCHO au arătat că o reducere completă, fără aportul luminii, se realizează în 300 s, cu concentrații de formaldehidă mai mari de 16% (fig. 3, curba 1); la lumina zilei este necesară o concentrație de 12% (fig. 3, curba 2), în timp ce la iradierea cu lumină ultravioletă concentrația suficientă de HCHO va fi de 4,0% (fig. 3, curba 3). La reducerea fotochimică a Cr^{+6}, în mediu de formaldehidă, s-a stabilit efectul acțiunii fotochimice (fig. 4, curba 1, fig. 5, curba 1). După cum se cunoaș-

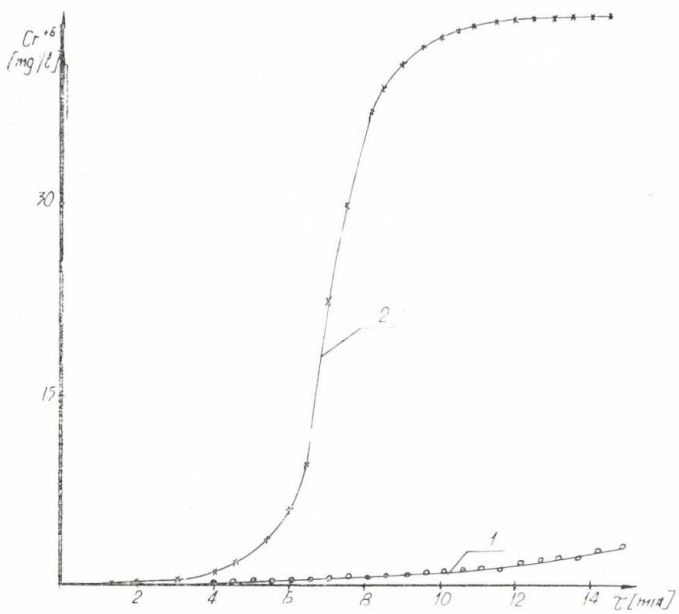


Fig. 5 Cinetica acumulării Cr^{+3} în prezența HCHO. 1 — condiții normale; 2 — iradiere cu raze ultraviolete.

te, reacțiile în lanț decurg prin intermediul mai multor procese succesive cu participarea unor radicali liberi și cu păstrarea valenței libere [8, 9].

Lungimea lanțului este condiționată de numărul de verigi [10]:

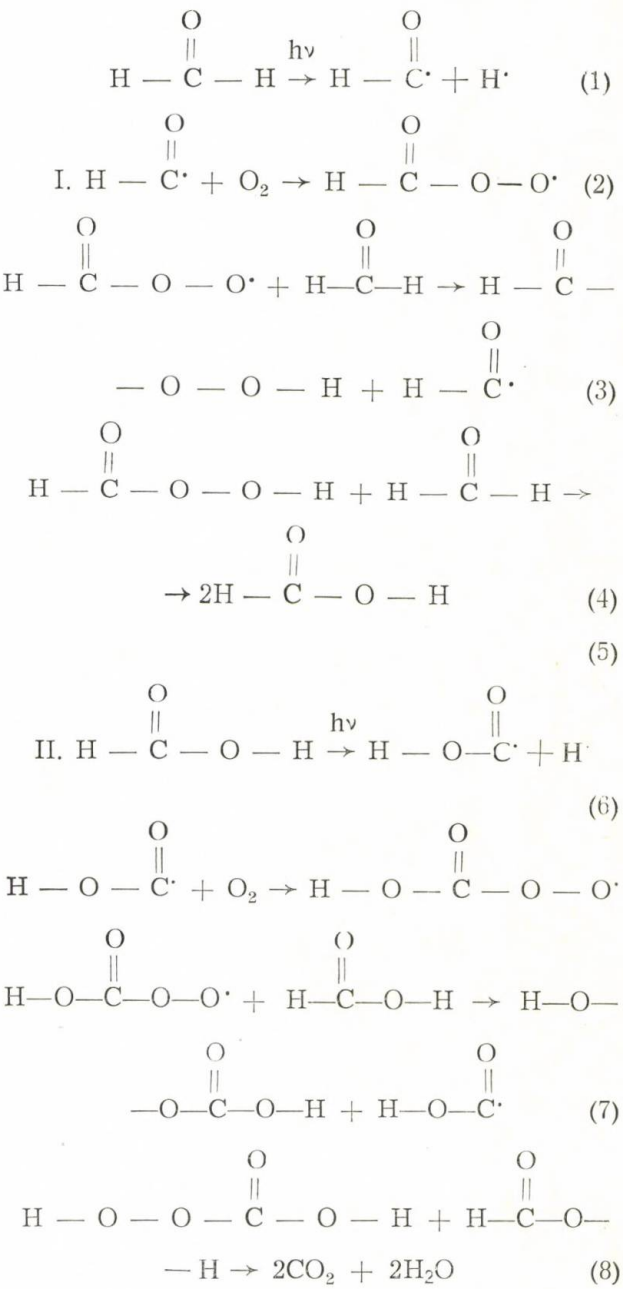
$$V = \frac{W}{W_1}$$

unde:

V — numărul de verigi;
W — viteza de desfășurare a reacției;
W_1 — viteza de inițiere.

După calcularea W și W_1, conform metodei de inhibare [11, 12], în prima etapă a procesului (HCHO $\xrightarrow{I}$ HCOOH) vom obține $V = 4{,}05$, în a 2-a etapă (HCOOH $\xrightarrow{II}$ $CO_2 + H_2O$), $V = 4{,}12$.

Desfășurarea probabilă a procesului, în concordanță cu tipul electronilor de valență, este următoarea:



Creșterea concentrației Cr^{+3} în procesul studiat rezultă din ecuația:

$$C_{Cr+3} = \frac{W_0}{W_1}\left(\frac{1}{K_2[Cr^{+3}]} + \frac{1}{K_1[HCHO]}\right) \cdot \ln\frac{1}{2}\left[\left(\frac{W_0}{W_{TM}}\right)^{1/2} + 1\right] \qquad (IV)$$

unde:

W_0 — viteza reacției fotochimice;
W_{TM} — viteza reacției în întuneric;
K_1 și K_2 — constantele de viteză.

Procesele în lanț se caracterizează prin prezența autocatalizei și a perioadei de inițiere

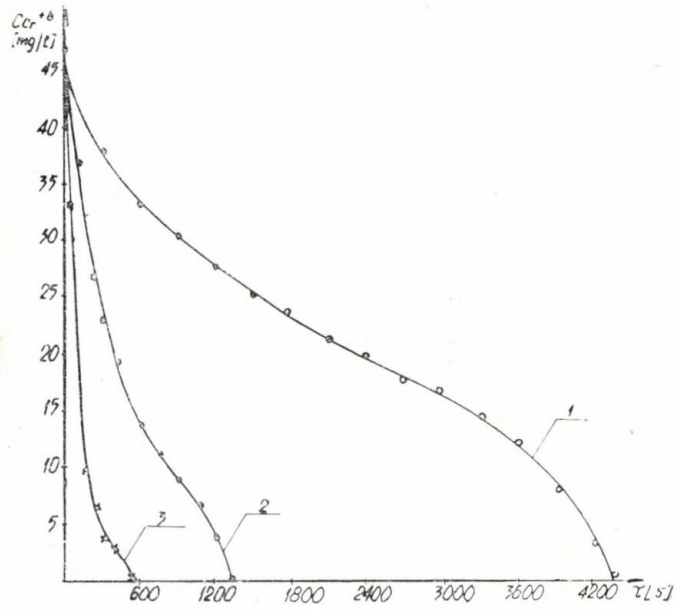


Fig. 6 Cinetica reacției de reducere fotochimică a Cr^{+6}, la $pH=6{,}0$. 1—1,0% HCHO, 2—4% HCHO și 3—8% HCHO.

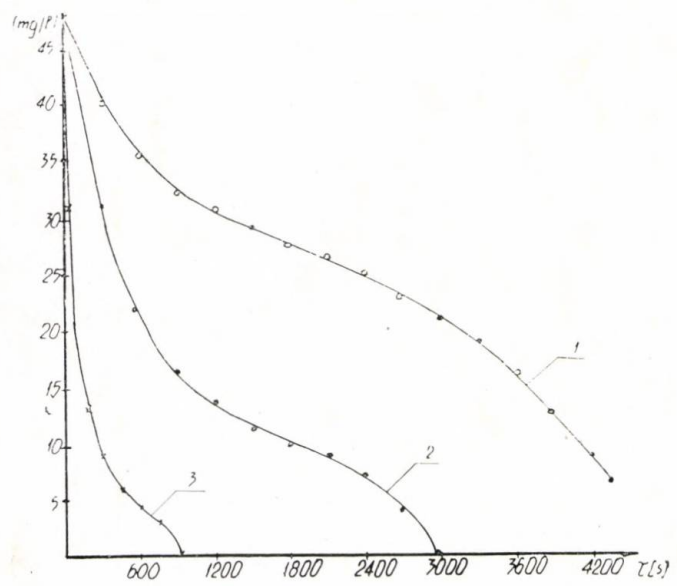


Fig. 7 Cinetica reacției de reducere fotochimică a Cr^{+6}, la $pH=8{,}0$. 1—1,0% HCHO; 2—4,0% HCHO și 3—8,0% HCHO.

[10, 13, 14]. În cazul studiat viteza de reducere crește brusc după 240 s (pentru I) și după 360 s (pentru II).

Cercetările făcute în scopul stabilirii influenței ionilor NH_4^+ Na^+ și K^+ asupra vitezei procesului fotochimic au arătat că aceștia nu influențează procesul de reducere.

Rezultatele cercetărilor, făcute în scopul stabilirii influenței *pH*-ului mediului asupra cineticii reacției de reducere fotochimică a Cr^{+6}, în mediu de formaldehidă, au arătat că, în intervalul de $pH=2{,}0—8{,}0$, procesul are loc cu viteză satisfăcătoare (fig. 6, 7).

În **concluzie** se poate afirma că **reducerea fotochimică a cromului hexavalent în apele reziduale, în prezența formaldehidei, permite creșterea de cîteva ori a vitezei acestui proces.**

BIBLIOGRAFIE

[1] *CLAYDE, D. M., SELBIN J.,:* Theoretical inorganic Chemistry, New York, 1967.

[2] *BROCKLEHURST, P., BURAWOY, A.*: Tetrahedon, 10/1960.

[3] *NAKAMOTO, K., SUZUKI, K. J.:* Chem. Phys. 20/1971.

[4] *GLIC, D., GREENBERG, L. J.:* Anal. Chem. 32/1960.

[5]. *RAO, C.N.R.:* Ultraviolet and visible spectroscopy chemical applications, London, 1961.

[6] *DUNKIU, A. B., MATSEN, E. A.:* Utilizarea spectroscopiei în chimie, L. 1959 (l. rusă).

[7] *SAHPARANOV, M. J.:* Mecanismul proceselor rapide în mediu lichid, M. 1980, (l. rusă).

[8] *SEMENOV, N. M.:* Reacții în lanț, L. 1934 (l. rusă).

[9] *DENISOV, E. T.:* Constantele de viteză ale reacțiilor hemolitice în lichide, M. 1971.

[10] *SMUROVA, L. A., SIROTA T. V. ș. a.:* Teoria și practica oxidării în fază lichidă, Sb. M. 1974 (l. rusă).

[11] *EMANUEL, N. M., DENISOV, E. T., MAIZUS, Z. K.:* Reacții înlănțuite la oxidarea hidrocarburilor în fază lichidă, M. 1965 (l. rusă).

[12] *FARKAS, A., MILLS G.:* Cataliza. Catalizatori polifuncționali și reacții complexe. Sb. M. 1963 (l. rusă).

[13] *EMANUEL, N.M.*: Cinetica mecanismelor înlănțuite în procesele de oxidare în fază lichidă. Culegere de probleme de cinetică chimică, M. 1979 (l. rusă).

[14] *BATEMAN, L., LEE J.:* Trans Faraday Soc., vol. 47, 1951.

CZ : 621.793

Evoluții în domeniul echipamentelor și instalațiilor de acoperiri metalice

Ing. Eugen **POPESCU**, ing. Eugen **ILIE** — I.C.T.C.M. București

În etapa actuală, ca urmare a progresului științei și tehnologiei, a creșterii accelerate a nivelului producției materiale, atît sub raport cantitativ, cît mai ales calitativ, acoperirile metalice ca metodă modernă de producție, anticorozivă, decorativă, în scopuri speciale, au cuprins un domeniu din ce în ce mai larg. Aproape că nu există astăzi un produs al industriei constructoare de mașini, electrotehnice, electronice, ușoare etc., care să nu înglobeze în el, într-o măsură mai mică sau mai mare, componente supuse unuia sau mai multor procedee de acoperiri metalice, în scopul obținerii unei protecții anticorozive speciale, a unui aspect estetic industrial deosebit, sau după caz, al unor proprietăți antifricțiune, antigripante sau rezistență de uzură ridicată.

Ca urmare, cererea de echipamente și instalații de acoperiri metalice destinate noilor obiective industriale a crescut considerabil în ultimii ani. Și acest domeniu a trebuit să se adapteze cerințelor de dezvoltare a întregii industrii constructoare de mașini, generate de actuala conjunctură economică internațională și care sînt următoarele :

- creșterea gradului de mecanizare și automatizare ;
- creșterea productivității muncii și a eficienței economice ;
- reducerea consumurilor energetice, de materii prime și materiale ;
- recuperarea și reciclarea materialelor, în special a metalelor prețioase ;
- reducerea importurilor ;
- eliminarea poluării mediului înconjurător.

Mecanizarea și automatizarea instalațiilor de acoperiri metalice are o importanță deosebită atît sub aspectul creșterii productivității muncii, a gradului de folosire și disponibilitate a utilajelor, a respectării fluxului tehnologic (ordinea operațiilor și timpii de tratare), în condițiile unei calități superioare a depunerilor, cît și sub aspectul social, prin reducerea la minim a activității umane, directe, în mediul nociv din atelierele de acoperiri metalice.

O tendință modernă, în automatizarea instalațiilor de acoperiri metalice, este renunțarea la sistemele de programare cu program fix (de tip cartelă perforată), la care schimbarea programului necesită schimbarea cartelei, timpul de trecere de la un program la altul fiind determinat de timpul necesar de ieșire din fluxul tehnologic a ultimei șarje din vechiul program (de ordinul orelor) **și trecerea la sisteme flexibile de programare,** care permit desfășurarea, în paralel, pe aceeași linie de acoperiri metalice, a mai multor tehnologii, introducerea șarjei de diverse tipuri în linie fiind aleatorie. În funcție de complexitatea instalațiilor și numărul de tehnologii simultane, sistemul de automatizare se realizează cu automat programabil, microprocesor sau calculator.

De exemplu firma SCHERING a realizat o linie complexă, pentru 50 procese tehnologice diferite, cu introducerea aleatorie a șarjelor. Fiecare șarjă poartă un sistem de codificare binară (fig. 1) corespunzînd fluxului tehnologic

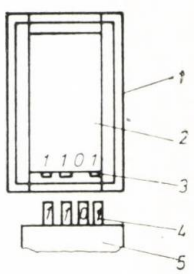


Fig. 1 Sistem de identificare în cod binar a tipurilor șarjă în linii cu program complexe.
1 — baie tehnologică ; 2 — șarjă (tambur sau ramă) ; 3 — plachete de codificare ; 4 — detectori de proximitate pentru citirea codului ; 5 — mecanism de transport.

pe care trebuie să-l urmeze, iar mecanismele de transport dispun de detectoare pentru recunoașterea fiecărui tip de șarjă, pentru a le transporta prin posturile de lucru corespunzătoare. Întregul sistem se află sub controlul unui calculator, care, în plus, poate furniza — la cerere — date referitoare la volumul producției, pe tipuri de tehnologii realizate într-o perioadă de timp, la consumurile energetice, de materiale etc. Acest sistem de automatizare este foarte costisitor, dar se justifică în cazul unei producții de serie mică și diversificată, prin aceea că se reduce numărul de utilaje cu 50—80%, în funcție de numărul de tehnologii simultane, cu reducerea — în aceeași proporție — a spațiilor de amplasare a consumurilor energetice, de materiale și de ape de spălare, reducerea volumului de noxe eliberate în atmosferă. De asemenea, introducerea aleatoare a șarjelor face față unei operativități desebite

în celelalte secții prelucrătoare, linia fiind capabilă să primească în orice moment, orice tip de șarjă.

I.C.T.C.M., în colaborare cu I.P.A., a realizat pentru I.A.M.T. Oradea **instalația automată pentru cromarea neagră a reperelor auto.**

Conducerea procesului tehnologic al acestei instalații, format din cinci programe diferite, funcție de tipul pieselor ce urmează a fi acoperite, este asigurată de un automat programabil. Automatul programabil stabilește prioritățile de intrare pe flux și traseul tehnologic, funcție de natura pieselor.

Acest mod de conducere automată a unui proces tehnologic poate fi utilizat pentru instalațiile cu mai multe programe și fără ritmicitate în alimentarea instalației cu un anumit sortiment de piese, deci fără funcționare continuă pe același program.

Prin aceeași colaborare au fost realizate și puse în funcțiune la OLTCIT — Craiova **două instalații automate de fosfatare pentru bare și culbutori** (fig. 2), care funcționează cu două și respectiv trei programe.

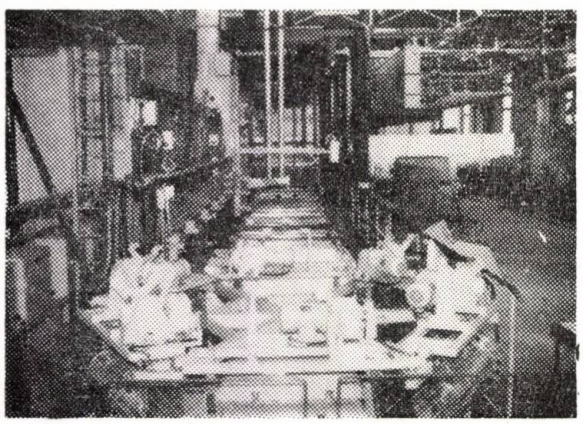


Fig. 2 Instalație automată de fosfatare culbutori (OLTCIT)

La una din instalații, alegerea programului se face prin preselectare de la pupitrul de comandă, iar la cealaltă, în care sînt tratate două tipuri de piese, fiecare șarjă este transportată în fluxul tehnologic corespunzător codului materializat, pe dispozitivul port-șarjă. Automatul programabil supraveghează și concentrația soluțiilor din băile de lucru asigurînd corecție cu reactivi, în caz de necesitate, prin pompe dozatoare.

Creșterea fiabilității automatizării instalațiilor de acoperiri metalice are acum o importanță deosebită. Avem în vedere, în special, faptul că orice oprire a instalației (sau greșire a adresării posturilor de lucru) duce, în general, la rebutarea șarjelor aflate în acel moment în baie. De aceea, s-a pus la punct un sistem de adresare a posturilor de lucru (fig. 3), format dintr-o placă cu came corespunzînd unui cod binar unic pentru fiecare post din linie, iar pe mecanismele de transport există detectoare care comandă oprirea în momentul coincidenței codului programat cu codul citit pe post.

Un sistem original de programare a liniilor de galvanizare s-a realizat folosindu-se ca suport-program banda de telex. În acest fel, este

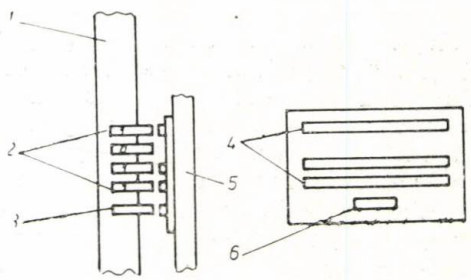


Fig. 3 Sistem de identificare în cod binar a posturilor de lucru.
1 — mecanism de transport ; 2 — detectori de proximitate pentru citirea codului ; 3 — detector de oprire ; 4 — came de codificare ; 5 — cale de rulare; 6 — camă de oprire.

posibil ca un calculator aflat la distanță mare să primească prin telex datele necesare pentru întocmirea programului, să prelucreze aceste date și să stabilească programul, să-l transmită la beneficiar prin telex, iar apoi să fie introdus direct în instalația existentă care poate funcționa imediat după noul program.

De asemenea, se mai folosește programarea prin învățare (teachin), prin conducerea mecanismelor de transport conform fluxului tehnologic dorit, apoi, trecîndu-se pe automat, se reproduc aceleași mișcări, pînă cînd este necesară o nouă programare. La reprogramare vechiul program se șterge automat.

Pentru liniile de acoperiri metalice în tamburi, s-a realizat un sistem de încărcare-descărcare automată a tamburilor (fig. 4). Piesele

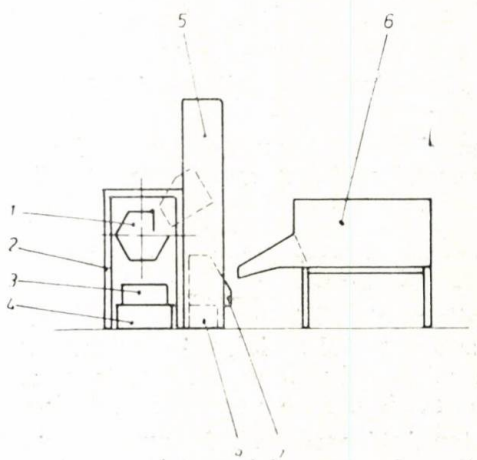


Fig. 4 Sistem de încărcare-descărcare automată a tamburilor.
1 — tambur cu descărcare automată ; 2 — post încărcare-descărcare ; 3 — container descărcare ; 4 — transportor evacuare ; 5 — elevator ; 6 — container vibrator de alimentare ; 7 — cupa elevatorului ; 8 — sistem de cîntărire automată a șarjei.

în vrac sînt depozitate într-un container, din care cupa unui elevator este alimentată, prin vibrare, cu piese. La atingerea greutății reglate pentru o șarjă, un sistem de cîntărire automată întrerupe a imentarea cu piese și elevatorul ridică și răstoarnă cupa cu piese, direct în tamburul de construcție specială. La terminarea procesului tehnologic, tamburul se așază pe postul de descărcare și prin inversarea sensului de rotație se descarcă automat pe un transportor orizontal, care evacuează piesele din instalație. Sistemul asigură alimentarea cu piese, pentru o linie de capacitate medie, timp de 4—8 ore de funcționare.

O asemenea instalație este în curs de montare la Întreprinderea mecanică Sighetu Marmației.

Pentru a realiza **automatizarea completă a liniilor de acoperiri în tamburi,** s-a pus la punct și o **centrifugă de uscare cu încărcare-descărcare automată** (fig. 5). Piesele mici sînt

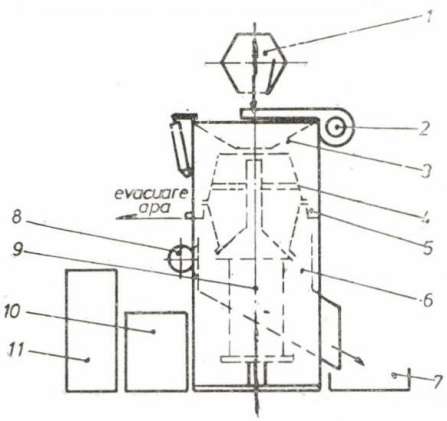


Fig. 5 Centrifugă de uscare cu încărcare-descărcare automată.
1 — tambur cu descărcare automată ; 2 — suflantă aer cald ; 3 — capace rabatabile ; 4 — tobă centrifugare ; 5 — jgheab colectare apă ; 6 — jgheab vibrator evacuare piese ; 7 — container piese ; 8 — vibrator ; 9 — motor centrifugă ; 10 — instalație hidraulică ; 11 — instalație automatizare.

descărcate direct din tambur în centrifuga de uscare, care realizează uscarea prin centrifugare și suflare cu aer cald, după care piesele sînt descărcate automat într-un container.

Sistemul de control automat al densității de curent la băile electrolitice permite ca, indiferet de mărimea șarjei, densitatea de curent să rămînă constantă asigurînd controlul grosimii depunerilor.

În scopul **reducerii consumului de energie** pentru încălzirea băilor, s-a trecut la reducerea temperaturilor acolo unde este posibil, folosind noi tehnologii și pompe de căldură. Astfel, energia pentru răcirea unei băi (de exemplu, eloxare) este recuperată și folosită la încălzirea altei băi (de exemplu, spălare caldă). Această ultimă soluție este recomandată doar în cazul unor băi mari, datorită costului investiției suplimentare.

Pentru **recuperarea și refolosirea materialelor,** liniile de acoperiri metalice au fost dotate cu **sisteme de recuperare a metalelor din soluțiile uzate și din apele de spălare** (Cr, Ag, Ni etc.), gradul de recuperare al acestor elemente fiind de 99,9%. Se remarcă faptul că recuperarea este cu atît mai ușoară, cu cît concentrația acestor substanțe este mai mică.

De asemenea, în scopul **reducerii consumului de electroliți,** se practică **spălarea în trei trepte de concentrație.** În felul acesta, se reduce mult consumul de apă de spălare și se obține o soluție cu concentrația apropiată de concentrația soluției din baia de lucru. Această soluție se folosește, direct sau îmbogățită, pentru completarea soluției din baia de electrolit.

Tot în scopul **reducerii consumului de apă** de spălare precum și **pentru eliminarea poluării mediului înconjurător,** liniile de acoperiri metalice sînt echipate cu **stații de tratare și neutralizare a apelor reziduale** în circuit închis.

În scopul **reducerii importurilor au fost proiectate și asimilate agregate de filtrare continuă a soluțiilor de electroliți.** Acestea sînt echipate cu pompe cu antrenare magnetică, care înlătură necesitatea etanșării la axul de antrenare al pompei, contribuind la mărirea perioadei de funcționare și la reducerea lucrărilor de întreținere. Totodată, scade puterea necesară pentru antrenare cu circa 30%, datorită eliminării frecărilor din sistemul de etanșare. Asemenea agregate de filtrare, executate în baza de microproducție a I.C.T.C.M. în ultimul timp, au fost livrate la mai mulți beneficiari.

În domeniul **echipamentelor noi de acoperiri metalice** se menționează, în mod special, **instalația automată de acoperiri a pieselor foarte mici, prin vibrare** (fig. 6), destinată diverselor

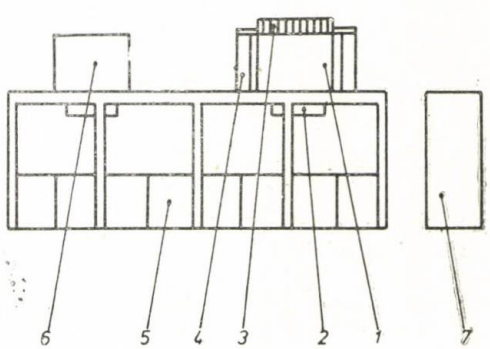


Fig. 6 Instalație automată de acoperiri metalice în vrac a pieselor mici.
1 — incinta de lucru ; 2 — sistem vibrator ; 3 — sistem tubular de umplere—golire ; 4 — cilindri manevră anozi ; 5 — rezervoare soluții ; 6 — incintă uscare ; 7 — instalație automatizare.

acoperiri pentru piese mici și foarte mici de mecanică fină și orologerie industrială, care au tendință de lipire și aglomerare la tratarea în tamburi.

Instalația se compune dintr-o incintă dotată cu un sistem de vibrare în care sînt introduse piesele. Anozii de diverse materiale sînt introduși după necesități în această incintă cu ajutorul unor cilindrii pneumatici. Soluțiile și apele de spălare sînt aduse pe rînd în incinta de lucru, printr-un sistem de tuburi, cu ajutorul aerului comprimat și evacuate prin sifonare în cele 8 rezervoare (numărul acestora poate fi majorat în caz de necesitate).

Încărcarea și descărcarea pieselor se face manual, mărimea șarjei fiind de 5 kg. Instalația funcționează în ciclu automat, sistemul de programare fiind cu bandă perforată și lector de bandă. Instalația poate fi adaptată la orice tehnologie de acoperiri și reprogramarea operațiilor și timpilor tehnologici.

Pentru cromarea dură la interior a cilindrilor lungi pentru pompele de extracție din industria petrolieră, s-a conceput un sistem de acționare a anozilor în interiorul cilindrilor. Mișcarea rectilinie alternativă a anozilor, pentru depunerea unui strat de grosime uniformă pe toată lungimea cilindrului, se realizează cu viteză constantă. Aderența stratului de crom la metalul de bază este foarte bună, duritatea stratului de crom atingînd valori de 1100—1200 HV. Datorită acestui procedeu de depunere, intesitatea necesară pentru sursa de curent continuu este de trei ori mai mică decît în cazul procedeului static, densitatea de curent fiind aceeași.

Instalația automată de acoperire continuă a sîrmelor cu aliaj de Sn-Pb (fig. 7), concepută și realizată de I.C.T.C.M., execută depunerea unui strat uniform de Sn-Pb, în condiții de bună calitate. Sîrma înfășurată pe derulor

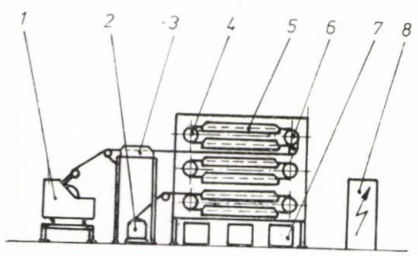


Fig. 7 Instalație automată de acoperire continuă a sîrmei cu aliaj Sn-Pb.
1 — bobinor ; 2 — derulor ; 3 — băi finisare ; 4 — role motoare ; 5 — băi tratament și pregătire ; 6 — role întoarcere ; 7 — rezervoare soluție ; 8 — instalație de automatizare.

2 este trecută prin instalație cu viteză reglabilă, prin toate băile de lucru și se înfășoară pe bobinorul **1**. Instalația poate fi adaptată la orice tehnologie de acoperire a sîrmelor, fiind indicată pentru sîrme subțiri și foarte subțiri. Asemenea instalații se preconizează a se livra la export.

Deși nu fac parte din domeniul acoperirilor metalice, datorită asemănării constructive și modului de tratare parțială în băi, instalațiile de control nedistructiv cu lichide penetrante și pulberi fluorescente au fost realizate pentru controlul unor piese turnate, forjate sau sudate, care suportă — în timpul funcționării- solicitări importante și a căror avariere prezintă un pericol mare pentru mașinile din care fac parte. Au fost realizate astfel de instalații pentru industria aeronautică, echipamente electronucleare, mașini grele, motoare cu ardere internă, turbine etc.

Pentru acționarea deplasării orizontale a mecanismelor de transport pentru linii de acoperiri metalice, I.C.T.C.M. a conceput și realizat un motor asincron, cu ralantizor care efectuează demarajul progresiv și oprirea lentă și precisă în posturile de lucru, fără șocuri și fără balansarea șarjei. Acest lucru a permis reducerea greutății mecanismelor de transport, prin redimensionarea elementelor componente, coborîrea grinzilor căilor de rulare pînă la nivelul bordurii băilor, precum și micșorarea greutății construcției metalice de susținere a căilor de rulare. În felul acesta, s-au obținut importante economii de metal și s-a îmbunătățit funcționarea și aspectul (design-ul) liniilor de acoperiri metalice. Acest tip de motor poate fi folosit și în alte domenii, pentru acționarea deplasărilor orizontale care necesită porniri și opriri fără șocuri și precizie mare de poziționare.

Avînd în vedere diversitatea echipamentelor de acoperiri metalice, datorită mulțimii proceselor tehnologice, a tipurilor de acoperiri metalice, a diverselor moduri de organizare și amplasare a instalațiilor în cadrul secțiilor de galvanizare, a diverselor capacități anuale, cît și diversitatea dimensională a pieselor ce se tratează, tipizarea utilajelor de galvanizare a ridicat probleme deosebite ca sistematizare și volum de muncă. Tipizarea s-a efectuat la nivelul utilajelor componente ale liniilor de galvanizare, astfel încît fiecare linie tehnologică să poată fi alcătuită din aceste utilaje, respectîndu-se și condițiile concrete diverse cerut de beneficiar.

Au fost tipizate următoarele grupe de utilaje :

— băi pentru procese tehnologice de acoperiri metalice ;

— mecanisme de transport tip portal, consolă și suspendate ;

— tamburi pentru galvanizarea pieselor în vrac ;

— agregate de filtrare continuă ;

— accesorii pentru băi (suporți șarjă, prize tamburi etc.) ;

— elemente tipizate pentru construcția metalică a căilor de rulare.

Efectele economice ale tipizării în acest domeniu sînt :

— mărirea productivității în munca de proiectare la unele familii de utilaje cu 50—80%.

— reducerea consumului de metal cu 15%;

— mărirea rentabilității la întreprinderea executantă de utilaje, datorită gradului ridicat de refolosire a reperelor între diverse tipodimensiuni. Astfel se mărește seria de fabricație la nivel de repere, deși la nivel de linii de galvanizare se păstrează caracterul de unicat.

— reducerea aproape completă a importului de echipamente și instalații de galvanizare.

Modernizarea instalațiilor și echipamentelor pentru acoperiri metalice va continua în viitor, în special pe linia perfecționării sistemelor de comandă, a asimilării și folosirii de materiale sintetice rezistente la substanțe corozive, în scopul măririi duratei de utilizare a echipamentelor de galvanizare.

Astfel se va crea posibilitatea oferirii la export a acestor tipuri de instalații.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Pozdeev, A.D., Rozman, I.B.*: Cuplaje și frîne electromagnetice cu indus masiv, Ed. Tehnică, București, 1965.

[2] *Kovacs, F., Cojocaru, G.*: Manipulatoare, roboți și aplicațiile lor industriale, Ed. Facla, Timișoara, 1982, pag. 122—127.

[3] *x x x*: Prospecte firme Franța: SYPRIM, STEIMEL.

[4] *x x x*: Norme de tipizare utilaje de aceperiri metalice I.C.T.C.M. București, 1982.

[5] *x x x*: Prospecte firma SCHERING, West Berlin.

CZ : 620.197

Protecția catodică, tehnologie modernă de protecție anticorozivă a stucturilor metalice

Ing. Ioan **PIȚURESCU**, subing. Domnica **COTEȚ**, ing. Elizer **DORIN** — I.C.T.C.M. București

Introducere

Față de metodele clasice de protecție anticorozivă a metalelor, pe plan mondial și național se impune, în ultima vreme, cu rezultate deosebite o tehnologie nouă de protecție, protecția electrochimică, care, spre deosebire de celelalte, acționează direct asupra reacției de oxidare a metalelor, prin modificarea potențialelor de electrod.

Dacă aceste potențiale se deplasează spre valori electronegative mai mari, protecția devine catodică, iar dacă aceste potențiale devin electropozitiv mai mari, devine anodică.

Protecția electrochimică se aplică numai echipamentelor și utilajelor imersate în electroliți (ape naturale, sol, electroliți diverși etc.) și combate coroziunea electrochimică, asigurînd — simultan cu aceasta — un control riguros al coroziunii, ceea ce conduce la mărirea siguranței în funcționare a utilajelor și echipamentelor protejate.

Spre deosebire de celelalte metode, această protecție se poate aplica pentru oprirea corodării unor echipamente la stadiul existent, mărind astfel durata de viață a utilajelor și drept urmare economisirea de materiale necesare pentru utilaje noi.

Astfel, aplicarea protecției catodice este concepută încă din stadiul de concepție și proiectare, ținîndu-se seama de seria galvanică a potențialelor de electrod a metalelor (alegerea materialelor unui utilaj pe bază științifică) și simultan cu aceasta de recomandarea de a se utiliza materialele mai ieftine, în locul celor scumpe, compensarea fiind asigurată prin aplicarea protecției catodice sau anodice (funcție de electrolit).

În principiu, un sistem de protecție catodică se compune din surse de alimentare în curent continuu, anozi de protecție pentru emiterea curentului protector, electrozi de referință pentru controlul protecției și, după

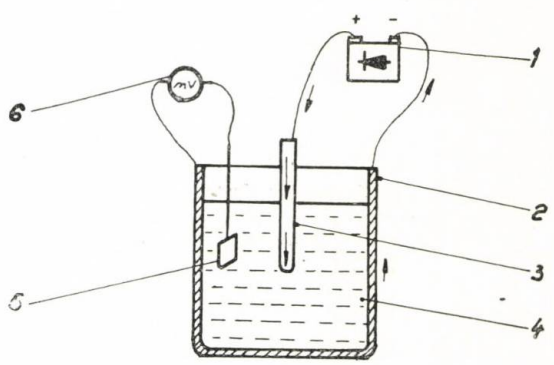


Fig. 1 Schema de principiu a protecției catodice.
1 — sursă de curent continuu; 2 — structură metalică care se protejează catodic; 3 — anod de protecție; 4 — electrolit; 5 — electrod de referință; 6 — aparat de măsură al potențialului de protecție.

caz, echipamentul de reglare a potențialului de protecție. Schema de principiu este prezentată în figura 1.

Fără a prezenta stadiul exact al aplicării metodei, putem afirma totuși că, în țările dezvoltate, protecția catodică tinde să se aplice în mod curent (pentru fiecare utilaj se anali-

zează posibilitatea aplicării metodei). Protecția anodică face, de asemenea, obiectul unor aplicații în ultimul timp (în U.R.S.S., R.F.G., S.U.A., Franța, Anglia și R.D.G.).

Domeniile de aplicație sînt foarte largi și nu vom aminti decît cîteva dintre acestea : platforme de foraj marin, nave maritime și instalații portuare, conducte de petrol și gaze, echipamente de irigații (conducte, pompe, stații de presiune), echipamente termoenergetice (condensatoare, răcitoare, schimbătoare de căldură), utilaj petrolier și minier, centrale nucleare (circuite de răcire), cabluri electrice și telefonice, instalații termice, utilaje chimice, utilaje din industria alimentară, echipamente și mașini din industria de celuloză și hîrtie, aparatură de uzină diversă etc. Efectele economice constau în mărirea duratei de viață a utilajelor și reducerea, pe această cale, a consumului de metal.

În cadrul preocupărilor ICTCM București, s-a aplicat protecția catodică pentru a proteja echipamente supuse coroziunii intense, la care refacerea straturilor protectoare este dificilă, protecțiile curente nu satisfac durata de viață solicitată și este necesar un control riguros al coroziunii în vederea asigurării fiabilității ca de exemplu : platforme fixe de foraj marin, echipamente de punere sub presiune a sistemelor de irigații, instalații de încălzire centrală (accentuînd protecția radiatoarelor Roterm) ș. a.

Criterii de protecție catodică

Metalele în cea mai mare parte, și în particular oțelul, sînt corect protejate în mediile cele mai variate menținînd potențialul structurii metalice la o valoare negativă mai mare decît o anumită valoare de potențial.

Valoarea potențialului structurii metalice supusă protecției catodice se măsoară față de un electrod de referință. Acesta este constituit dintr-o tijă de metal, introdusă într-o soluție

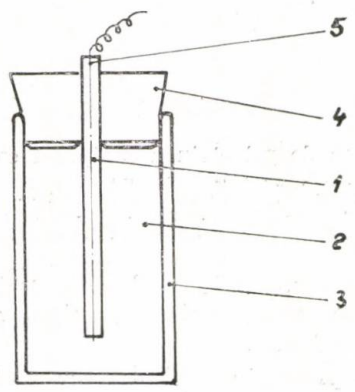


Fig. 2 Schema de principiu a unui electrod de referință.
1 — tijă metalică ; 2 — electrolit ; 3 — ceramică poroasă ; 4 — dop de cauciuc ; 5 — conexiune.

standard a uneia din sărurile sale și conectată la electrolitul în care se află structura metalică. Schema de principiu a unui electrod de referință este dată în figura 2.

Cei mai utilizați electrozi de referință sînt electrodul de cupru-sulfat de cupru, electrodul de argint-clorură de argint și electrodul de calomel.

De exemplu, criteriile de protecție pentru oțel sînt : — 0,85 V față de electrodul de $CuSO_4$, sau — 0,80 V față de electrodul de AgCl, cînd mediul agresiv este apa de mare.

Cunoscînd criteriile de protecție pentru un anumit metal, se pune problema densității de curent necesare pentru realizarea protecției. Densitatea de curent necesară pentru realizarea protecției catodice se poate determina, fără o prea mare precizie, valoarea definitivă urmînd a se impune după aplicarea experimentală a metodei de protecție.

De exemplu, pentru un electrod de oțel introdus în apă de mare, relația dintre potențialul și curentul pilei formate este dat de ecuația lui Tafel :

$V = a + b \log j$, unde :

V — potențial ;
a și b — constante.
j — densitatea de curent ;

Reprezentarea grafică este dată în figura 3.

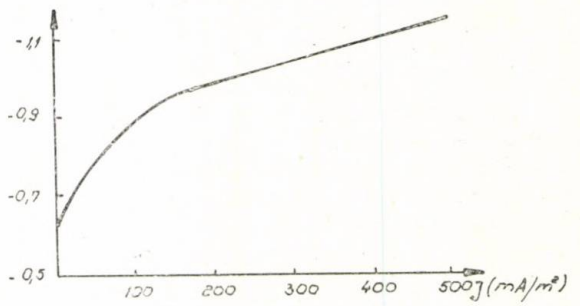


Fig. 3 Polarizarea oțelului în apa de mare :
V — potențialul raportat la un electrod de referință Ag/AgCl ; j — densitatea de curent.

Prezentăm două din aplicațiile protecției catodice realizate în I.C.T.C.M., pe baza unei experințe proprii în domeniul studiului coroziunii și combaterii sale, ținînd seama și de rezultate obținute pe plan mondial.

Aplicarea protecției catodice pentru protejarea conductelor de irigații și a accesoriilor lor metalice

S-a realizat proiectul pentru protecția catodică a unei porțiuni din conductele și accesoriile metalice ale sistemului hidroameliorativ din Cîmpia Covurlui.

Pentru protecția împotriva acțiunii corozive a solului, s-a ales un sistem de protecție

catodică cu curent imprimat, singurul în stare să asigure protecția anticorozivă pentru un timp îndelungat.

Pentru o conductă de lungime $2\ l$ se consideră o rezistență a conductei pe unitatea de lungime r și coductanța izolației pe unitatea de lungime g. Notînd cu $a = \sqrt{gr}$, factorul de repartiție specific al potențialului de-a lungul conductei, în figura 4 se compară cu-

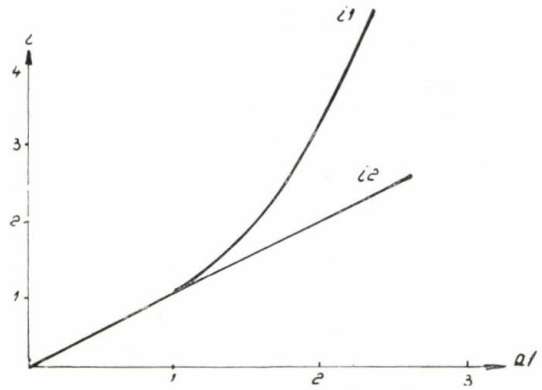


Fig. 4. Comparația circuitelor necesare pentru protecția conductelor rezistente și conductelor nerezistente.
i — curentul relativ necesar pentru protejarea unei conducte $i = i_1/i_2$;
i_1 — curentul relativ în cazul conductelor rezistente ;
i_2 — curentul relativ în cazul conductelor nerezistente:
a_1 — factorul de repartiție al potențialului pentru întreaga conductă.

rentul de protecție, cu curentul care ar fi necesar în condițiile protecției uniforme, pentru conducte nerezistente.

Măsurările electrometrice de rezistivitate au stabilit că solul în care se va poza conducta prezintă o agresivitate medie și mare, ceea ce a impus o valoare estimativă a densității de curent de 2 A/mm² [1].

Curentul emis de cele două stații este de 140 A, polarizarea structurilor metalice trebuind să asigure un potențial de —0,85 V, față de electrodul de CuSO4.

Sistemul de protecție utilizat poate să-și dubleze capacitatea de emisie a curentului protector, prin montarea a încă două surse de curent continuu în cele două stații, acest lucru fiind în concordanță cu starea finală a conductei prin deteriorarea izolației conductei în timp.

Pentru protecția conductei, s-au folosit anozi metalici, plasați vertical și înconjurați de cocs, care are rolul de a micșora rezistența solului din jurul anozilor. Pentru a permite degajarea gazelor anozilor este necesară acoperirea acestora cu un strat de pietriș. Această soluție este prezentată în figura 5.

Pentru obținerea unei repartiții corecte a potențialului de protecție, se folosesc patru baterii anodice așezate la o distanță de aproximativ 120 m de conductă.

Pentru studiul protecției catodice a sistemelor metalice imersate în apă de mare și a

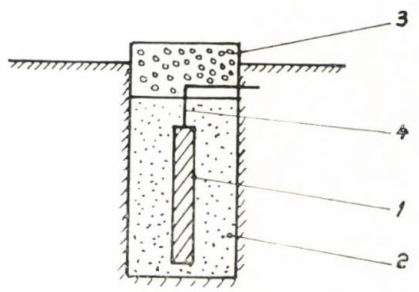


Fig. 5 Schema de instalare a anozilor de protecție în sol.
1 — anod metalic ; 2 — strat de cocs ; 3 — strat de pietriș ; 4 — cablu de conexiune.

Protecția catodică a sistemelor imersate în apă de mare

influențelor diverșilor factori asupra coroziunii, s-a proiectat și s-a realizat un model experimental (o stație-pilot), amenajat în portul „Tomis" Constanța.

Stația pilot pentru experimentarea protecției catodice a platformelor fixe marine se compune din :

— 4 micromodele platforme fixe suport sonde la scara 1/50 (2 vopsite, 2 nevopsite) ;
— un anod de protecție din titan platinat ;
— un anod galvanic din zinc electrolitic ;
— un electrod de referință de zinc electrolitic ;
— 3 electrozi de referință de zinc extrapur ;
— o sursă de curent continuu o — 24 V/c.c/20 A;
— aparatură de măsură și control.

Schema de principiu a stației pilot este prezentată în figura 6.

Stația-pilot asigură controlul parametrilor apei de mare, controlul și reglarea potențialului de protecție în cele două sisteme de protecție catodică (curent imprimat și anozi galvanici), controlul și reglarea densității de curent protectoare, controlul și măsurarea coroziunii în apele Mării Negre.

Prin măsurarea valorilor potențialului celor 4 micromodele, experimentate de I.C.T.C.M., înainte de polarizarea catodică se obține tabelul 1.

Valorile potențialului pentru protecția micromodelelor amplasate în apa Mării Negre sînt date în tabelul 2.

Pentru atingerea valorilor de potențial protector, s-a stabilit un program de polarizare catodică prin cuplarea anodului de zinc electrolitic la platforma II (anod galvanic) și plasarea sursei de curent continuu pentru polarizarea platformei I (protecție cu curent imprimat).

Odată cu mărirea tensiunii de alimentare a anodului de titan platinat, s-a urmărit evoluția potențialului de protecția și a curentului de polarizare catodică.

Valorile potențialului și ale curentului absorbit sînt date în tabelul 3 și în figura 7.

Se observă că, într-un timp relativ scurt, se obține potențialul de protecție necesar.

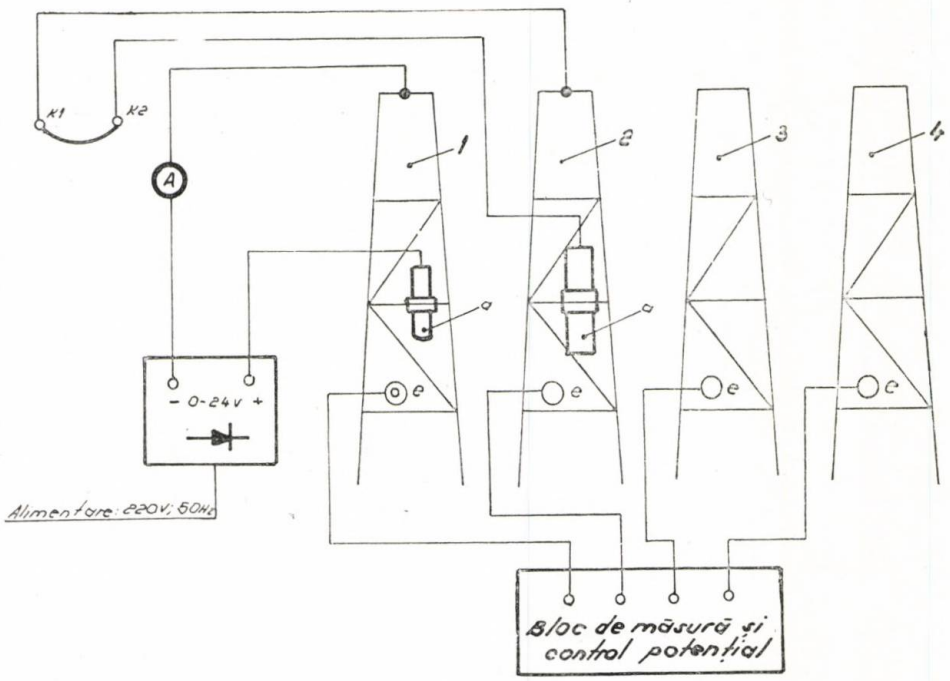


Fig. 6 Schema de principiu a stației pilot.

1 — sistem de protecție cu curent imprimat: **a** — anod de protecție din titan platinat ; **e** — electrod de referință din cupru.
2 — sistem de protecție catodică cu curent galvanic: **a** — anod de protecție din zinc (marca Zn R 1) ; **e** — electrod de referință din zinc extrapur.
3 — sistem de control vopsit : **e** — electrod de referință din zinc extrapur.
4 — sistem de control nevopsit : **e** — electrod de referință din zinc extrapur.

Valorile potențialelor micromodelelor înainte de polarizarea catodică

Tabelul 1

Micromodel referință	Sistem cu imprimat suprafață nevopsită	Sistem cu anod galvanic suprafață vopsită	Control coroziune suprafață vopsită	Control coroziune suprafață nevopsită
Cu/CuSO4	—600mV	+400mV	+400mV	+450mV
Zinc extrapur	+450mV	—650mV	—650mV	—600mV

Aceste rezultate, corelate cu condițiile concrete de temperatură, compoziție, conduc-

Valorile potențialelor pentru protecția micromodelelor amplasate în apă de mare

Tabelul 2

Oțel în mediu anaerobic	Electrod de $Cu/CuSO_4$	Electrod de AgCl	Electrod de zinc extrapur
Limită pozitivă	— 0,850 mV	— 0,80 mV	+ 0,250 mV
Limită negativă	— 1,1 mV	— 1,05 mV	+ 0,150 mV

Valorile potențialului structurii metalice și a curentului absorbit, în funcție de timpul de polarizare

Tabelul 3

Tensiune sursă \ Durata polarizării		0 [min]	2 [min]	4 [min]	10 [min]	20 [min]	35 [min]
2,9 V.c.c.	Potențial	— 600 mV	—750 mV	— 770 mV	— 800 mV	— 830 mV	— 850 mV
	Intensitatea curentului absorbit	2,1 A	2,2 A	2,3 A	2,4 A	2,5 A	2,55 A

tivitate, etc. ale apei marine permit aplicarea protecției catodice, în condiții reale, la platformele marine.

Scopul cercetării noastre urmărește, în perspectivă, elaborarea unor normative pro-

În paralel continuăm cercetările de laborator și în stațiuni-pilot pentru stabilirea parametrilor optimi care să se utilizeze în diferite aplicații practice.

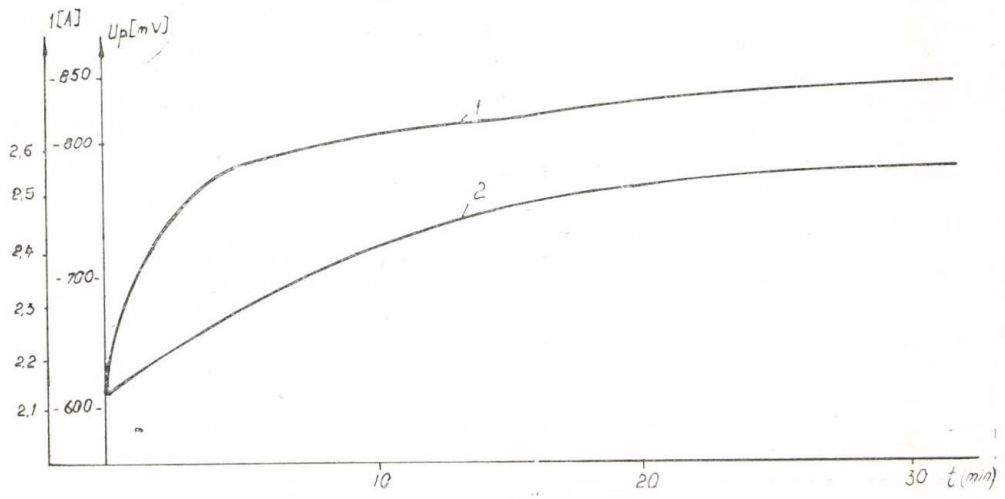


Fig. 7 Dependența potențialului și a curentului absorbit în funcție de timp.
1 — variația potențialului structurii metalice ; 2 — variația curentului absorbit.

prii, aplicabile condițiilor concrete din Marea Neagră, a unor criterii de protecție catodică și procedee de protecție catodică ce se pot aplica, inclusiv dimensionarea sistemelor de protecție catodică, alegerea materialelor (oțeluri) dintre cele fabricate cu succes în țară, precum și tehnologia de control pentru exploatarea platformelor marine fără riscuri, în condiții de maximă securitate.

Pentru extinderea mai largă a metodei este necesar să se tragă concluzii după primele aplicații realizate.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Morgan, J. H.:* Protection cathodique dans la lutte contre la corosion. Théorie et pratique, 1966, Paris.

[2] *Mehta, A. D.:* Cathotic protection system for Alaska's other pipeline, Materials performance, nr. 6, 1979.

[3] *Pițurescu, I., Luchian, D.:* Cercetări și experimentări pentru elaborarea tehnologiei de protecție catodică a platformelor fixe marine — Studiu 3229/Ad. 1. 3. 1983, I.C.T.C.M. București.

[4] *Pițurescu, I., Luchian, D.:* Protecția catodică a accesoriilor metalice — Studiu + proiect de execuție 1631. 1, 1982, I.C.T.C.M. București.

CZ : 541.13

Instalație automată de tratament electrochimic în vrac de tip „VIBROBOT"

Subing. Domnica **COTEȚ**, ing. Eugen **ILIE**, subing. Gică **COTEȚ** — I.C.T.C.M. București

Generalități

Instalația prezentată realizează tratarea electrochimică a suprafețelor metalice ale pieselor de dimensiuni mici. Este concepută modular și se poate utiliza pentru diverse tipuri de acoperiri, schimbîndu-se numai anozii și compoziția băilor.

Cu această instalație se pot trata piesele fragile, fără a se deforma, cele plate, fără să se lipească, piesele ascuțite fără a se teși și cele lustruite fără a se zgîria.

De asemenea, se poate realiza o repartiție bună a metalului depus pe suprafața piesei.

Instalația se poate utiliza în industria electronică, electrotehnică, mecanică fină, bijuterii.

Descriere — funcționare

Instalația se compune din opt cuve de stocare a soluției, închise ermetic și o cuvă de lucru sau de tratament. Cuvele de stocare pot fi echipate cu rezistențe de încălzire, agregate de filtrare, funcție de electrolitul care se stochează în ele.

Specific acestui tip de utilaj este deplasarea electrolitului în cuva de lucru unică, în care se găsește coșul cu piese.

Cuvele de stocare sînt racordate la rețeaua de aer comprimat prin intermediul unor ventile.

La rîndul ei cuva de tratament este legată, prin cîte o conductă, cu fiecare cuvă de stocare.

Aerul comprimat pătrunde în cuva de stocare, prin deschiderea ventilului aferent și ridică presiunea în cuvă trimițînd soluția prin conductă în cuva de tratament. La umplerea acesteia, sonda de nivel maxim comandă închiderea ventilului de aer. Presiunea scade și lichidul revine în cuva de stocare.

În timpul tratamentului, are loc un schimb permanent între cuva de lucru și rezervor, pentru împrospătarea soluției și menținerea constantă a temperaturii.

Piesele sînt deplasate în coșul de lucru prin efect vibrator, ceea ce conduce la o repartiție bună a stratului depus.

Din punct de vedere constructiv cuvele sînt identice, echiparea lor făcîndu-se diferențiat.

— un anod fix, din oțel inoxidabil :

— doi anozi mobili de cupru și nichel pentru procesul de cuprare-nichelare), sau zinc și cadium (pentru zincare-cadmiere). Anodul fix este plasat la periferia interioară a cuvei de lucru și rămîne permanent în baie.

Acest anod insolubil permite să se facă operațiile de pretratament galvanic.

Anozii mobili sînt construiți din plăci curbate din cupru, nichel sau zinc și cadmiu.

Aparatajul electric de comandă protecție și reglare este montat în dulapul de comandă și în cele două cutii de comandă amplasate pe instalație.

Programul de lucru este înscris pe o bandă perforată — o bandă de calculator cu opt canale. Fiecărei băi i se alocă o anumită combinație de perforații în bandă. Citirea se realizează cu un lector de bandă perforată, care prelucrează semnalul și îl trimite la decodificator. Semnalul decodificat comandă deschiderea electroventilului băii care a fost programate. Timpul de lucru al fiecărei băi se preselectează cu ajutorul unor comutatoare decadice, de la o bază de timp comună.

Sfîrșitul timpului de lucru al fiecărei băi dă un semnal de confirmare sfîrșit operație. Acest semnal este interpretat de blocul de logică și se emite un semnal de avans pentru banda perforată. Banda avansează un pas, și corespunzător noilor perforații, se programează următoarea operație tehnologică.

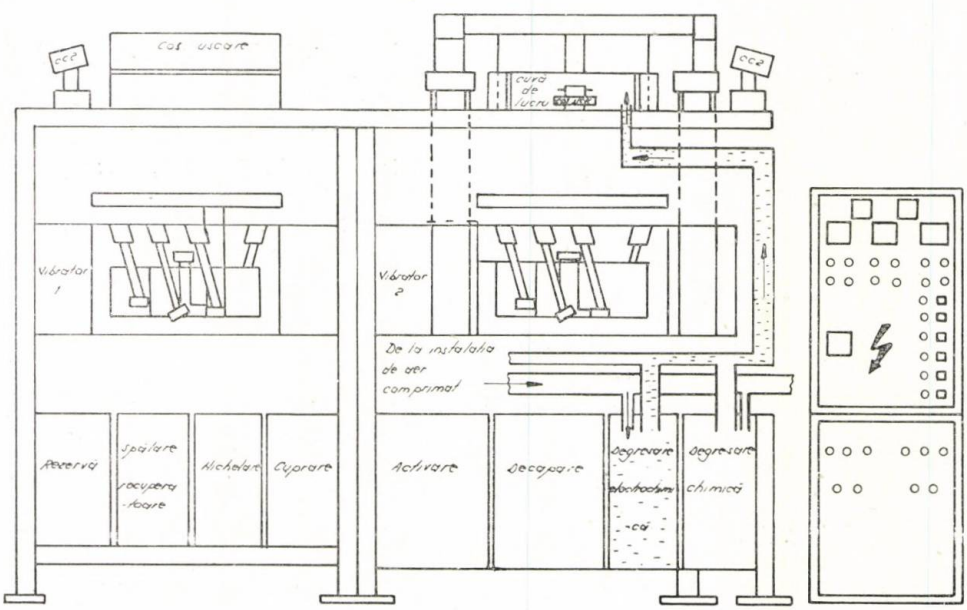


Fig. 1 Instalație automată de tratament electrochimic în vrac de tip „Vibrobot" — schema tehnologică.

Băile sînt prevăzute cu vizoare pentru a face posibilă urmărirea lichidului în băi.

Instalația este dotată cu un reductor IRG-6.

Anozii sînt în număr de trei :

Dacă la linia clasică de galvanizare pericolul de avarie îl constituie coliziunea mecanismelor de transport, la instalația prezentată trebuie să se ia o serie de măsuri care să îm-

piedice amestecul soluțiilor. Cuva de lucru este dotată cu trei sonde de nivel care indică :

1) nivel normal de lucru ;

2) nivel de lucru depășit — caz în care se comandă închiderea ventilului supapei de siguranță, aflat pe circuitul principal de aer, în urma căruia se închid toate alimentările ventilelor ;

3) nivel minim — caz în care este semnalată prezența unei cantități de soluție după operația de golire.

Toate măsurile de protecție antiamestec și antiavarie lucrează asupra ventilului supapei de siguranță, semnalizîndu-se optic și acustic situația.

Schema tehnologică a cuvelor este ilustrată în figura 1, iar schema automată de funcționare în figura 2.

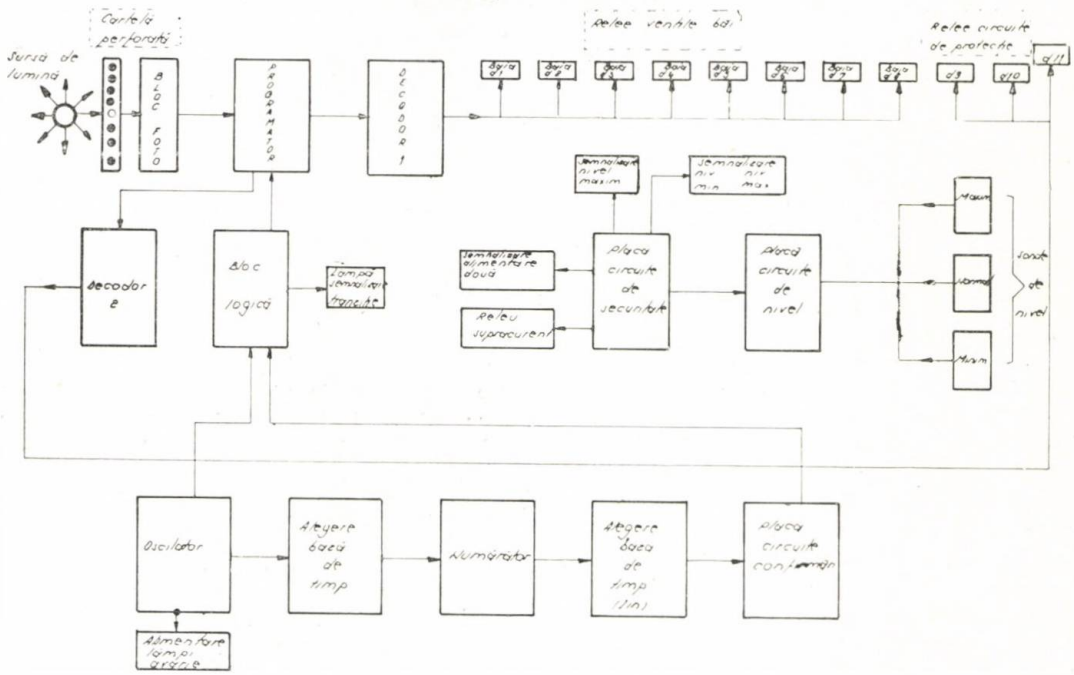


Fig. 2 Instalație automată de tratament electrochimic în vrac de tip „Vibrobot" — schema automată de funcționare.

Instalație de tratament electrochimic în vrac de tip „VIBROBOT" s-a executat de I.C.T.C.M. București și se află în funcțiune la I. „Flamura Roșie" Sibiu.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Oniciuc, I., Grunwald, E.:* Galvanotehnica Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1980.

[2] x x x Canning Handbook on Electroplating — Ed. W. Canning et. Co LTD, 1979.

I. C. T. C. M.
INSTITUTUL DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ ȘI INGINERIE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Șos. Olteniței nr. 103, sector 4
București — 73651
Telefon 83 21 70 Telex 10233

Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Industria Construcțiilor de Mașini, înființat încă din anul 1955, are o bogată experiență în cercetare și proiectare tehnologică specifică pentru construcțiile de mașini. În cadrul institutului se desfășoară trei tipuri de activități:

1. Cercetarea de procese tehnologice (metode de fabricație) noi în cadrul laboratoarelor special amenajate pentru experimentarea și optimizarea procedeelor, regimurilor sau rețetelor tehnologice precum și cercetarea în vederea asimilării în fabricația de serie a unor echipamente și produse noi în domeniile: prelucrări prin așchiere, ștanțare, ambutisare și prin tehnologii neconvenționale, manipulare automată, montaj mecanizat și automatizat, acoperiri de protecție și decorative, control activ, interoperațional și final.

2. Elaborarea de tehnologii integrate și sisteme complexe de fabricație pentru prelucrarea unor piese sau grupe de piese sau produse, cu adoptarea celor mai eficiente procedee, inclusiv proiectarea mașinilor speciale, dispozitivelor și sculelor.

3. Execuția, în limita capacităților propriului său atelier, a echipamentelor tehnologice proiectate. Acordarea de asistență tehnică pentru punerea în funcțiune la parametrii proiectați a proiectelor elaborate.

De asemenea, în cadrul institutului funcționează compartimente specializate în:

— mecanisme de acționare și organe de mașini, transportul pneumatic containerizat al materialelor în vrac și pulverulente.

ICTCM EFECTUEAZĂ:

● Studiul problemelor tehnologice individuale sau legate de realizarea unui anumit produs. ● Elaborarea de procedee tehnologice noi sau dezvoltarea și îmbunătățirea unor tehnologii existente. ● Experimentarea în laborator și în producție a procedeelor elaborate. ● Întocmirea proiectelor de execuție pentru liniile, mașinile, dispozitivele sau sculele necesare aplicării tehnologiilor elaborate. ● Întocmirea proiectelor de utilare tehnologică a secțiilor sau atelierelor în care se vor realiza tehnologiile respective. ● Construcția în ateliere proprii a utilajelor proiectate. ● Execuția de prototipuri de mașini și dispozitive și experimentarea acestora în vederea introducerii lor în fabricația de serie. ● Elaborarea de metode de măsură și control interoperații și final, proiectarea și executarea utilajelor necesare controlului și sortării cu diferite grade de automatizare. ● Proiectarea și executarea de bancuri de probă pentru studii de laborator și fabricația de serie. ● Organizarea fabricației, transportului intern și depozitării în secțiile și atelierele destinate aplicării noilor tehnologii, planificarea și urmărirea producției. ● Elaborarea de pachete de programe pentru proiectarea constructivă asistată de calculator și desenarea automată; pentru pregătirea tehnologică a fabricației asistată de calculator, pentru serii mici și mijlocii. ● Acordarea de asistență tehnică pentru aplicarea procedeelor tehnologice elaborate și pentru punerea în funcțiune a utilajelor proiectate și executate. ● Acordarea de licențe, know-how și punerea la dispoziție a documentației de execuție pentru lucrările elaborate de institut.

PUBLICOM

SOLE FOREIGN TRADE AGENCY
ADVERTISING IN ROMANIA

PUBLICOM

1 SHOP '84

24—27.01.1984

Consumer goods for free shops, including : drinks, cigarettes, foodstuffs, electronic instruments, ready-made clothes, cosmetics, toys, motor car spare parts, accessories-cosmetics, audio-video equipment etc.

2 ELTRON '84

21—24.02.1984

Electronic components, electronic and electric equipment, computing technique, micro-processors, industrial robots, equipment for telecommunications, radio and telephony, cables, automation technologies.

3 PRELUCRAREA METALELOR — TESTĂRI '84

28.02—2.03.1984

Industrial diamonds, diamond tools, sintered metallic carbides, cutting tools, abrasives, pneumatic equipment for metal treatment. Metal coating and surface treatment. Welding equipment and technologies. Physical and mechanical metal testing, destructive and non-destructive quality control instruments and equipments.

4 ARMĂTURI — POMPE '84

3—6.04.1984

Fittings, seals and pumps for all industrial branches.

5 MEDICINA '84

10—13.04.1984

Equipment, instruments and materials to be used in all medical branches (stomatology included), chemical and pharmaceutical products.

6 LABORATOR — CROMATOGRAFIE '84

29.05—1.06.1984

Instruments for controlling, measuring and analysing the fluid and gas flow ; gas leakage detection ; process instrumentation and analysers. Instruments and articles for laboratory and chromatography analyses and tests covering all fields of application in research and industrial laboratories. Technology, equipment and instruments for the nuclear field.

7 REPRO-FOTO-KINO-OPTICA '84

5—8.06.1984

Printing and duplicating equipment and machines, labelling machines, office machines and equipment, graphic materials, word processing machines, equipment, instruments, accessories and materials for film and photography, optic lenses and optic instruments, micro-record keeping devices etc.

8 PESTICIDE '84

25—28.09.1984

Pesticides, insecticides, herbicides, fungicides, premixes, veterinary drugs, equipment and methods for animal husbandry, articles for agricultural and veterinary use ; folders.

9 AZBEST — PLUTA '84

23—26.10.1984

Asbestos materials, yarns, ready-mades and technical articles. Raw-cork and cork products.

specialized exhibitions to be staged in '84

Condiții de prezentare a manuscriselor pentru revista „Construcția de mașini"

1. **Textul** unui articol împreună cu desenele să nu depășească 15 pag. convenționale, de 2000 semne.

2. **Dactilografierea** se execută la 2 rînduri în pag. de 2000 semne, pe hîrtie albă, pe o singură față a filei. Pagina va avea o margine albă de 3 cm lățime în stînga. Formulele se scriu foarte clar, cu semnele matematice și literele conform STAS, suficient de mari, cu tuș.

3. **Desenele** se execută în tuș pe calc, la dimensiuni între formatele A6 și A4. Dacă sînt figuri-foto, acestea nu trebuie să depășească formatul A4 și să fie foarte clare, cu efectele de contrast foarte pronunțate.

4. **Toate figurile și tabelele** care însoțesc articolul trebuie menționate în text. Figurile trebuie să aibe titluri și legende și să fie însoțite de un borderou de figuri dactilografiat pe o pagină separată de textul articolului. Nu se va scrie pe nici o figură titlul și legenda; legătura se face prin numărul lor conform borderoului separat într-un plic adecvat prezentate. În tipografie diferitele elemente ale materialului (text, borderou de figuri, bibliografii, tabele) se prelucrează în secții diferite, de aceea ele trebuie prezentate pe foi separate.

5. **Tabelele** trebuie dactilografiate pe foi separate de text (în text li se va indica doar locul ca și pentru figuri), deoarece au alt regim tipografic.

6. **Bibliografia** trebuie dactilografiată tot pe o pagină separată de text și prezentată conform STAS nr. 6158-60 și anume : **Cărți:** numele autorului, inițiala prenumelui autorului, titlul cărții (dacă este o lucrare străină se va da titlul în original, eventual traducerea în lb. română), numărul ediției în cifre arabe, numărul volumului în cifre romane, locul publicării, pagina la care se trimite sau prima și ultima pagină a fragmentului. **Periodice :** numele autorului, inițiala prenumelui autorului, titlul articolului (dacă este o lucrare străină se va da titlul în original, eventual cu traducerea în lb. română), titlul periodicului precedat de cuvîntul „In", numărul volumului sau anul de apariție (în cifre arabe) numărul de ordine al numărului de periodic, data numărului, pagina citată sau prima și ultima pagină a fragmentului citat sau a articolului întreg, după cum citează, doar o anumită pagină, un fragment, sau un articol în întregime. Cînd lucrarea citată a fost tradusă în lb. română, titlul se scrie în traducere, dar cu mențiunea că lucrarea a fost tradusă și din ce limbă.

7. **Predarea la redacție** a manuscrisului dactilografiat se face în două exemplare, din care un original și o copie. Originalul este însoțit de desenele în tuș pe calc și fotografii cînd este cazul, iar cel de-al doilea exemplar este însoțit de ozalide sau xerocopii ale figurilor în calc sau de al doilea rînd de fotografii, cînd este cazul.

8. Autorul trebuie **să garanteze conținutul științific** al articolului, iar textul prezentat redacției să fie revizuit după dactilografiere, deoarece în timpul fazelor editoriale și tipografice nu îl mai revede, deci nu mai poate interveni în acest text după predarea manuscrisului.

9. Conform regulilor editoriale manuscrisele și figurile — publicate sau nu — nu se mai restituie autorului.

10. Materialele, prezentate conform regulilor de mai sus, se primesc la redacția revistei „Construcția de mașini", la următoarea adresă :

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Redacția revistei „Construcția de mașini" Cal. Victoriei 133, Sector 1, clădirea mică, parter, cod 71102 BUCUREȘTI, Oficiul poștal 22, Căsuța poștală 22—125.

11. Orice informație și referință se pot obține la telefoanele : 59.71.35 sau 50.31.30 (direct) și 50.40.90/253 sau 274, redactor șef ing. TEODOSIA OPRESCU, redactor : ȘERBAN TEODORESCU.

12. Materialul va fi însoțit — obligatoriu — de o **adeverință** semnată de conducerea instituției unde activează autorul, specificînd respectarea legilor în vigoare cu privire la păstrarea secretului.

13. Va fi însoțit și de **rezumatele lucrării** în lb. română, franceză, engleză, rusă și germană.

Pentru comerţ internaţional şi progres tehnic

Leipziger Messe
Deutsche Demokratische Republik

11.3.–17.3. 1984

Un moto care reprezintă un întreg program.

Cu tradiţie.
Deoarece Tîrgul de la Leipzig există de peste 800 de ani.

Cu calitate.
Deoarece expozanţi din domeniul maşini grele din 13 ţări prezintă, pe aproximativ 10.000 m^2, o valoroasă ofertă de exponate. Pe lîngă aceasta, varietatea domeniilor vă facilitează un schimb de experienţă cu ramuri industriale colaterale.

Cu vad comercial.
Deoarece numai R.D.G. iniţiază,tratează sau încheie aici două treimi din tranzacţiile sale de comerţ exterior.

Cu know-how.
Deoarece conferinţele de specialitate şi simpozioanele pentru aplicaţii practice înseamnă pentru specialiştii dumneavoastră îmbogăţirea cunoştinţelor.

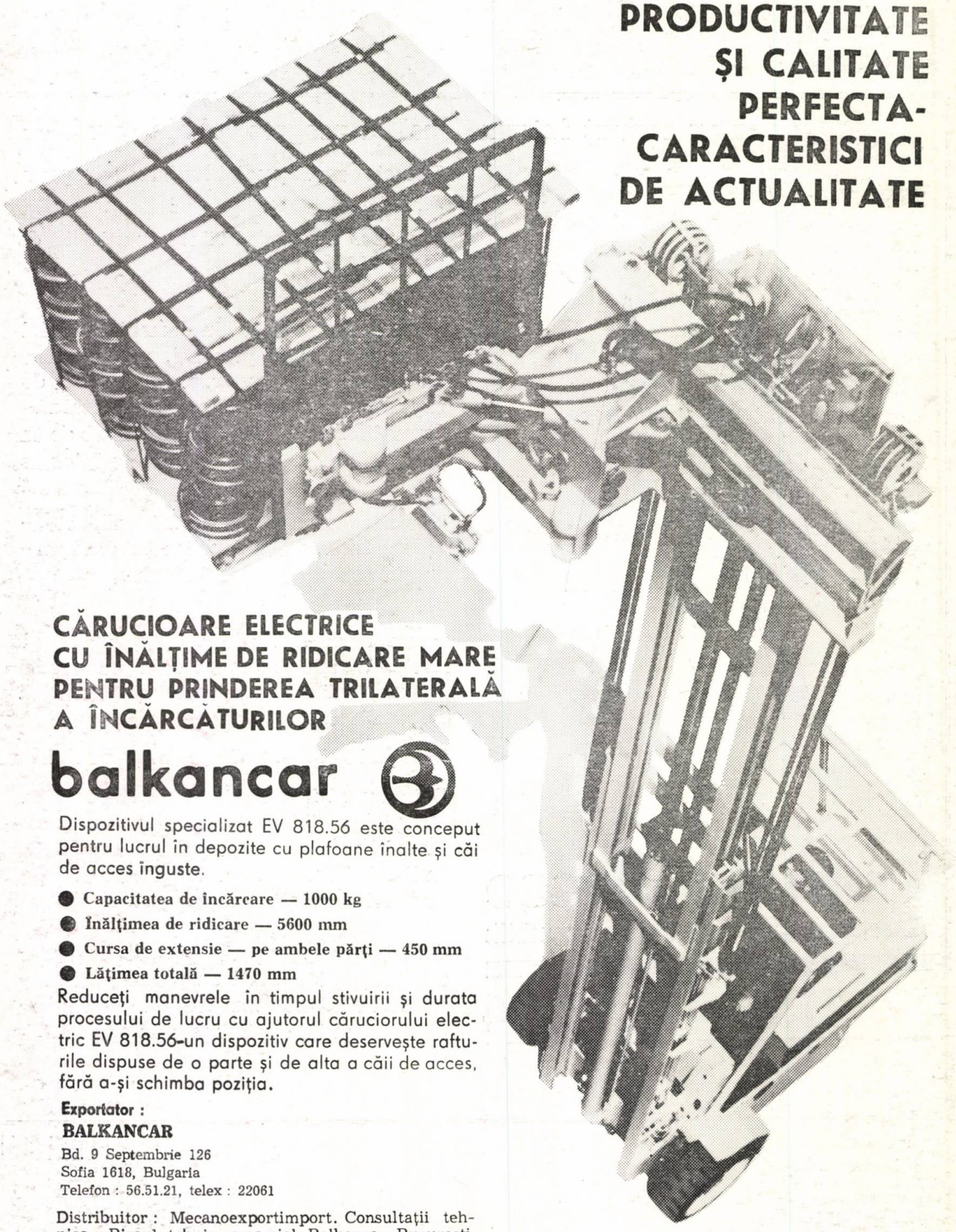
Vă puteţi convinge singuri !

Permise şi informaţii puteţi obţine la ONT "Carpaţi" sau la Reprezentanţa comercială de pe lîngă Ambasada R.D.G. în R. S. România, str.Dumbrava Roşie, nr. 4, Bucureşti.

ONT "Carpaţi" organizează călătorii pentru grupe de experţi cu participare gratuită la vizitarea Tîrgului cu ghizi specializaţi şi la conferinţele de specialitate.

PUBLICOM

PRODUCTIVITATE ȘI CALITATE PERFECTA- CARACTERISTICI DE ACTUALITATE



CĂRUCIOARE ELECTRICE CU ÎNĂLȚIME DE RIDICARE MARE PENTRU PRINDEREA TRILATERALĂ A ÎNCĂRCĂTURILOR

balkancar

Dispozitivul specializat EV 818.56 este conceput pentru lucrul în depozite cu plafoane înalte și căi de acces înguste.

- **Capacitatea de încărcare — 1000 kg**
- **Înălțimea de ridicare — 5600 mm**
- **Cursa de extensie — pe ambele părți — 450 mm**
- **Lățimea totală — 1470 mm**

Reduceți manevrele în timpul stivuirii și durata procesului de lucru cu ajutorul căruciorului electric EV 818.56-un dispozitiv care deservește rafturile dispuse de o parte și de alta a căii de acces, fără a-și schimba poziția.

Exportator :
BALKANCAR
Bd. 9 Septembrie 126
Sofia 1618, Bulgaria
Telefon : 56.51.21, telex : 22061

Distribuitor : Mecanoexportimport. Consultații tehnice : Biroul tehnic-comercial Balkancar București, str. Galați nr. 32, tel. 11.91.62

PUBLICOM

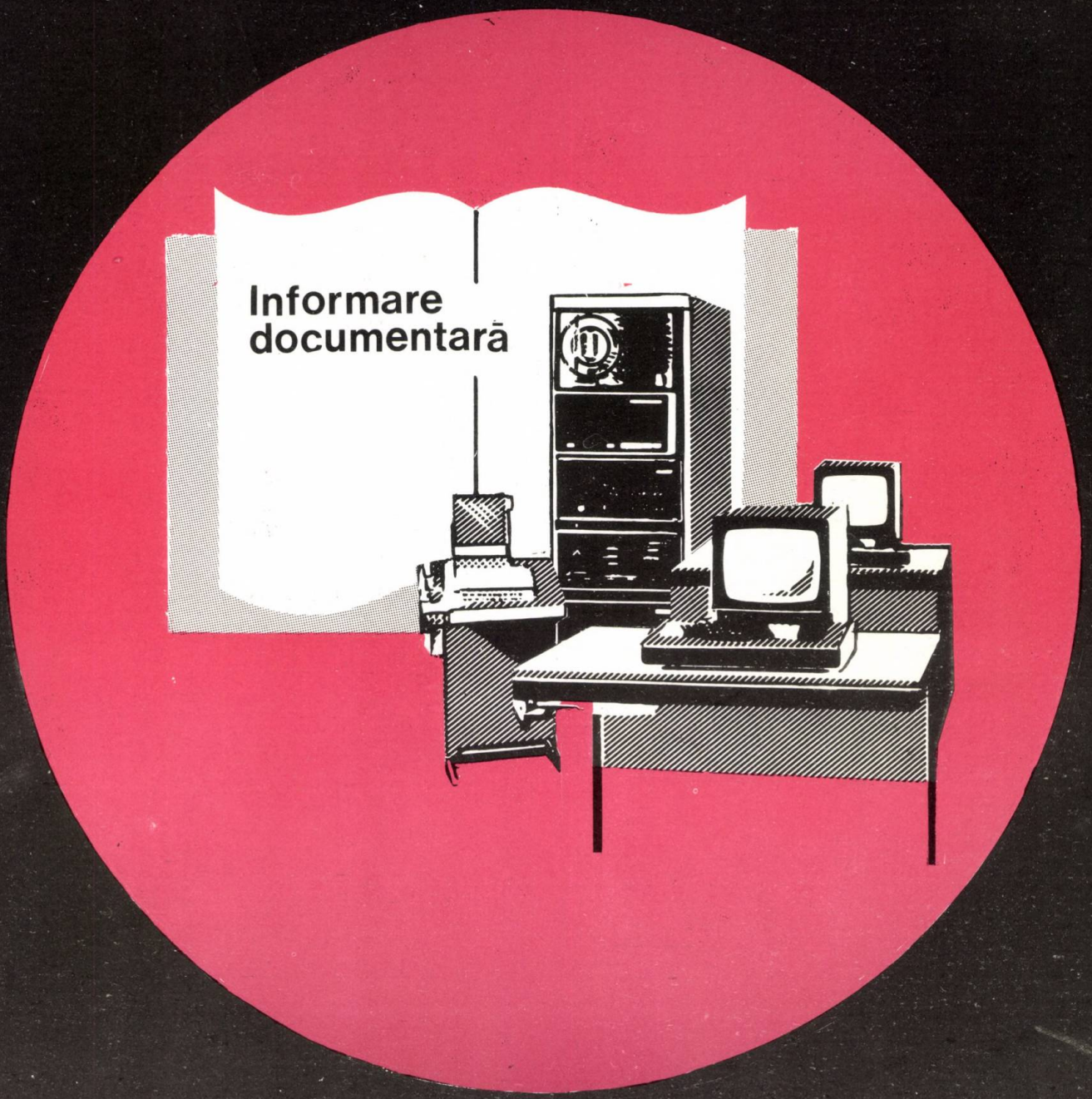
OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU IND. CONSTR. DE MAŞINI

DESPRE PROGRESUL TEHNIC ÎN

CONSTRUCŢIA DE MAŞINI

DIN ŢARĂ ŞI STRĂINĂTATE VĂ PUTEŢI INFORMA PRIN

- PUBLICAŢIILE OID - ICM
- DOCUMENTAREA CU CALCULATORUL SID. CM



NU UMPLEȚI OALA DE TURNARE MAI MULT DE 7/8 DIN VOLUMUL EI

PERICOL DE ACCIDENTARE

LA LUCRUL ÎN SPAȚII ÎNCHISE

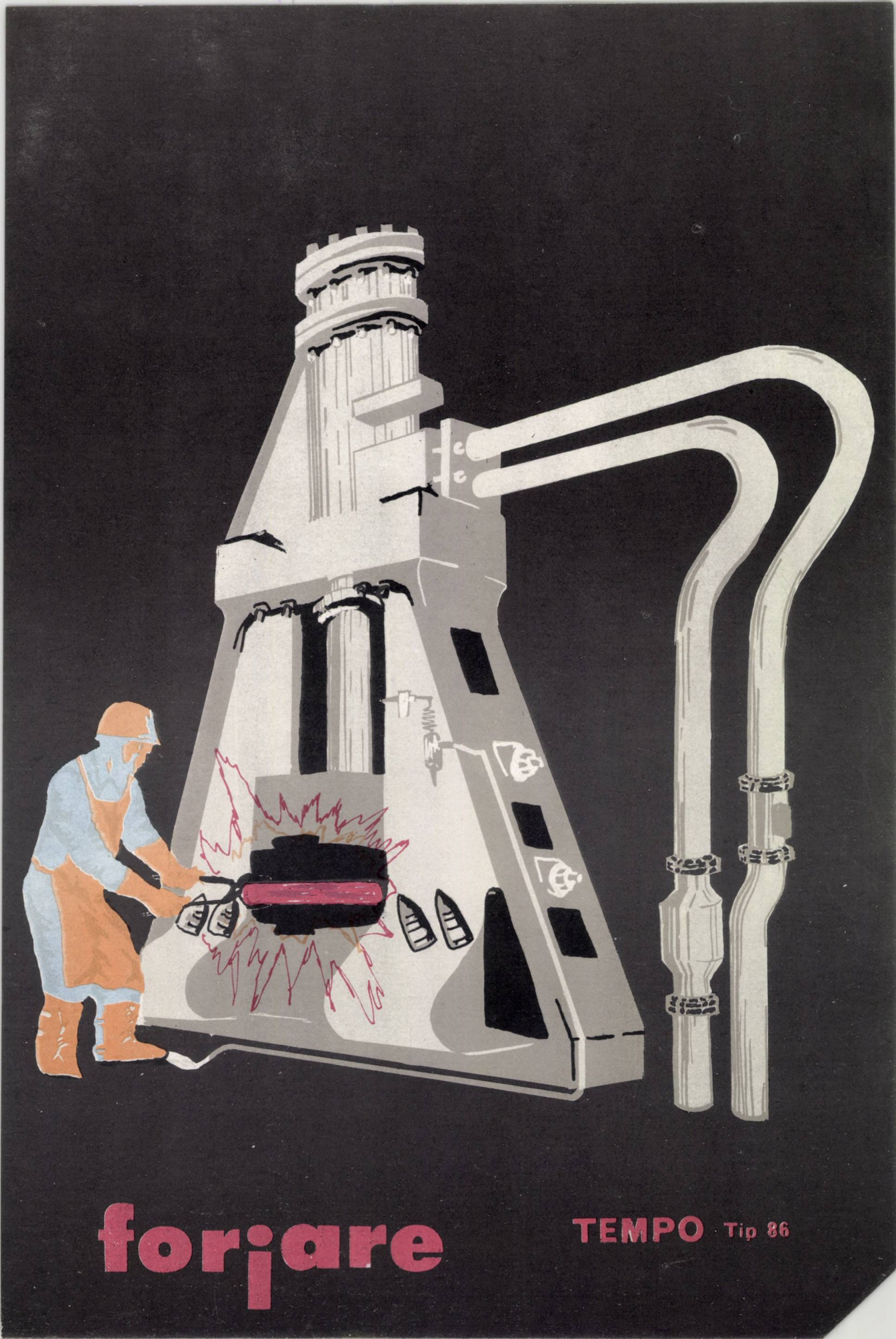
ASIGURAȚI

~ventilație

~supraveghere

PRECUM și celelalte condiții impuse de N.T.S

metalul încins
în contact cu apa
produce
EXPLOZIE



forjare

TEMPO Tip 86

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

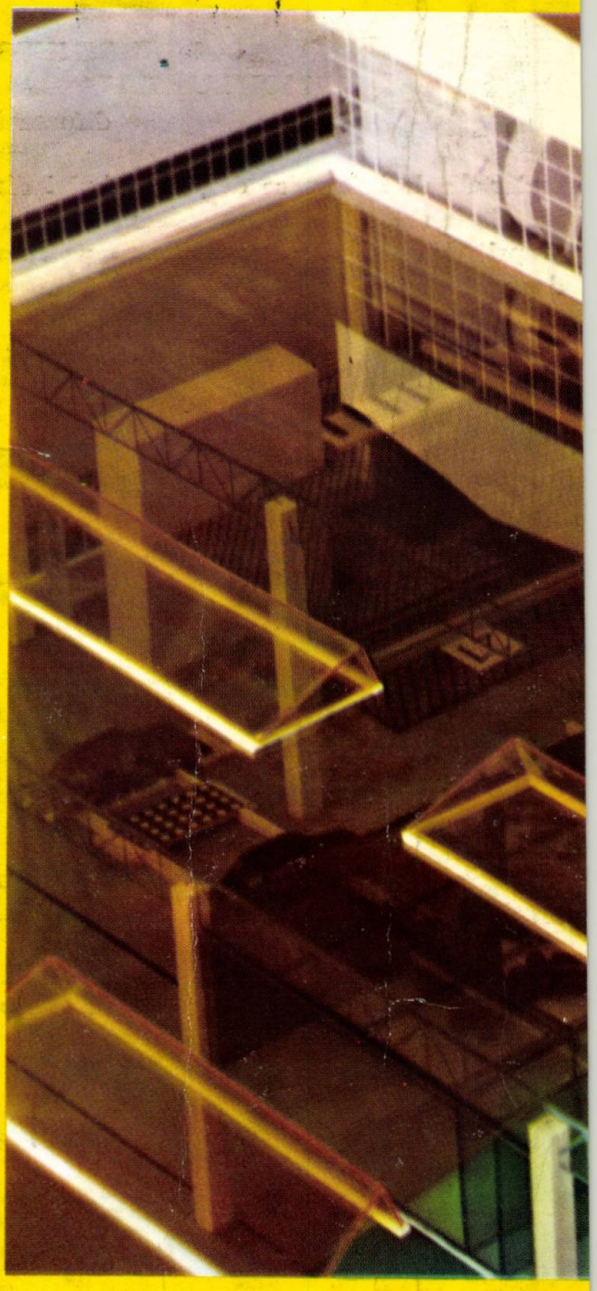
OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ
PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
difuzează în anul 1984

materiale de informare despre realizări din țară și din străinătate privind preocupările actuale în domeniul construcțiilor de mașini, de ex. : **programul energetic, valorificarea surselor proprii de materii prime, calitatea produselor, economisirea materiilor prime și reciclarea deșeurilor, productivitatea muncii etc.**

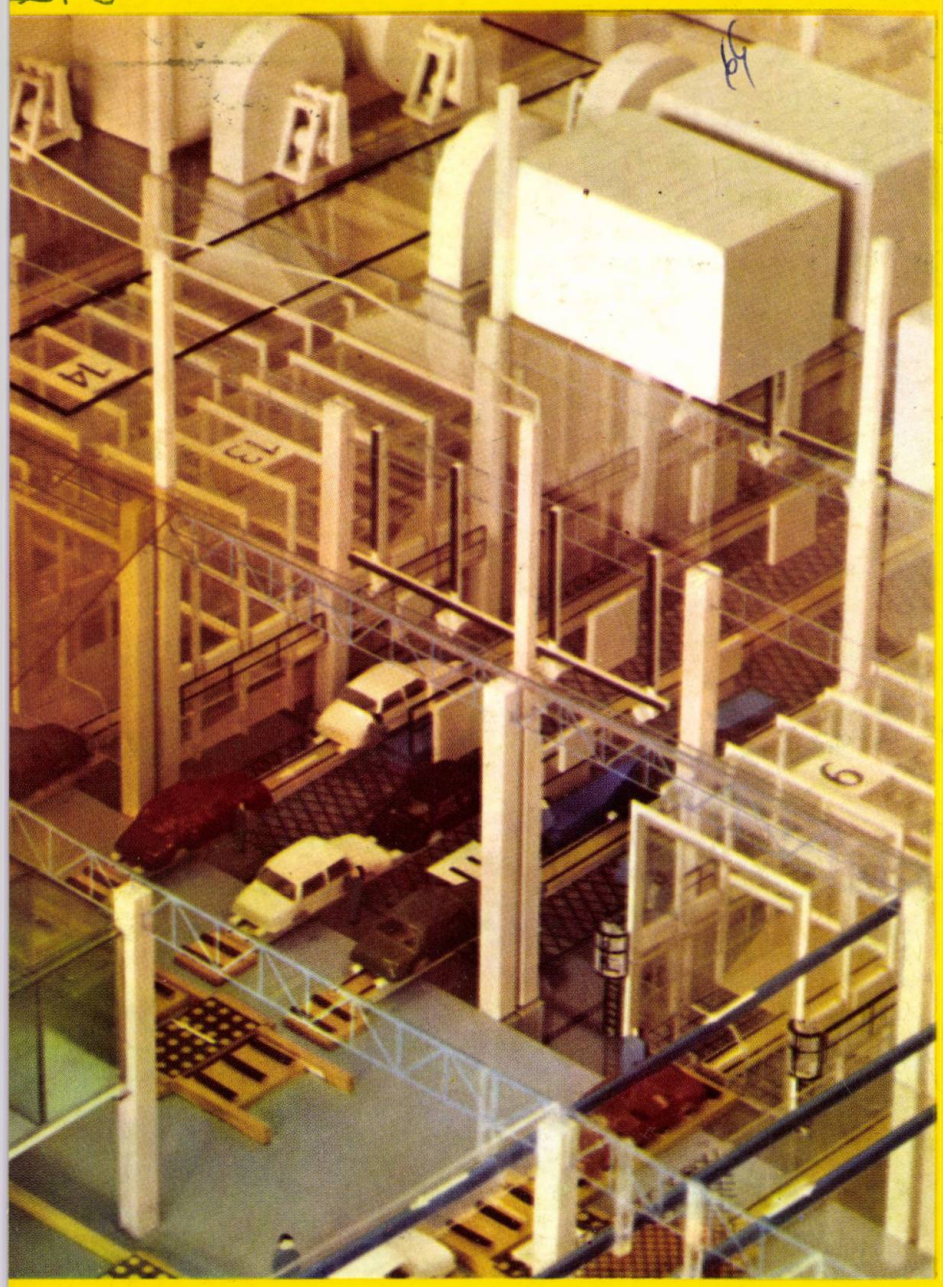
Materialele sînt grupate în serii :

Simbol	Denumirea seriei
	REALIZĂRI ALE CERCETĂRII ROMÂNEȘTI
CM	Revista „Construcția de mașini"
)	**INFORMARE DOCUMENTARĂ**
	asupra nivelului progresului tehnic pe plan mondial în industria construcțiilor de mașini
	Informări pentru cadre de conducere :
DCM	Informare documentară în construcția de mașini
DCM-C	Informare documentară în construcția de mașini-conjunctură
DCM-E	Informare documentară în construcția de mașini-energie
DCM-O	Informare documentară în construcția de mașini-organizare
DCM-PM	Informare documentară pentru protecția muncii
	Informări pentru specialiști :
DT	Informare documentară în turnătorii
DTT	Informare documentară pentru tratamente termice
DPP	Informare documentară pentru prelucrări prin deformare plastică
DS	Informare documentară pentru sudori
DPR	Informare documentară pentru prelucrări la rece
DCC	Informare documentară pentru calitate și control.
DMK	Informare documentară pentru prognoză și marketing
DAR	Informare documentară pentru automatizare, robotizare
DRC	Informare documentară privind reducerea consumurilor de materiale și energie

Simbol	Denumirea seriei
	SINTEZE DOCUMENTARE
	privind nivelul tehnic pe plan mondial în industria construcțiilor de mașini
SID	Noutăți în diverse domenii
	REALIZĂRI ALE UNITĂȚILOR MICM
CE, CO, CTN, CMA, CA	Cataloage de fișe tehnice de produse, tehnologii și mecanizări, automatizări.
PTN, SE, CSSM, RSM,	Realizări deosebite, omologări standarde etc.
CES	Echipamente de sudare
CTO, CT	Produse tipizate, descrieri de tehnologii
	DOCUMENTE NORMATIVE
BI-MICM	Buletinul intern MICM
NT	Normative tehnice
LPCM	Liste de prețuri în construcția de mașini
ITC	Indicatoare tarifare de calificare
NPM	Normative și ghid de protecția muncii în construcția de mașini
	MATERIALE DOCUMENTARE
	în ajutorul proiectării și al producției
	Atlas de forme și dimensiuni ale rosturilor pentru sudare ; Robotica ; Oțeluri tipizate pentru construcția de mașini-indicații practice de utilizare ; Sistemul de asigurare a calității ; Optimizarea unor tehnologii de sudare



279 04



REFERALVA

- **MOTOARE CU ARDERE INTERNĂ**

Direcţii noi de cercetare

CONSTRUCŢIA DE MAŞINI

4

BUCUREŞTI ■ XXXVI ■ APRILIE ■ 1984

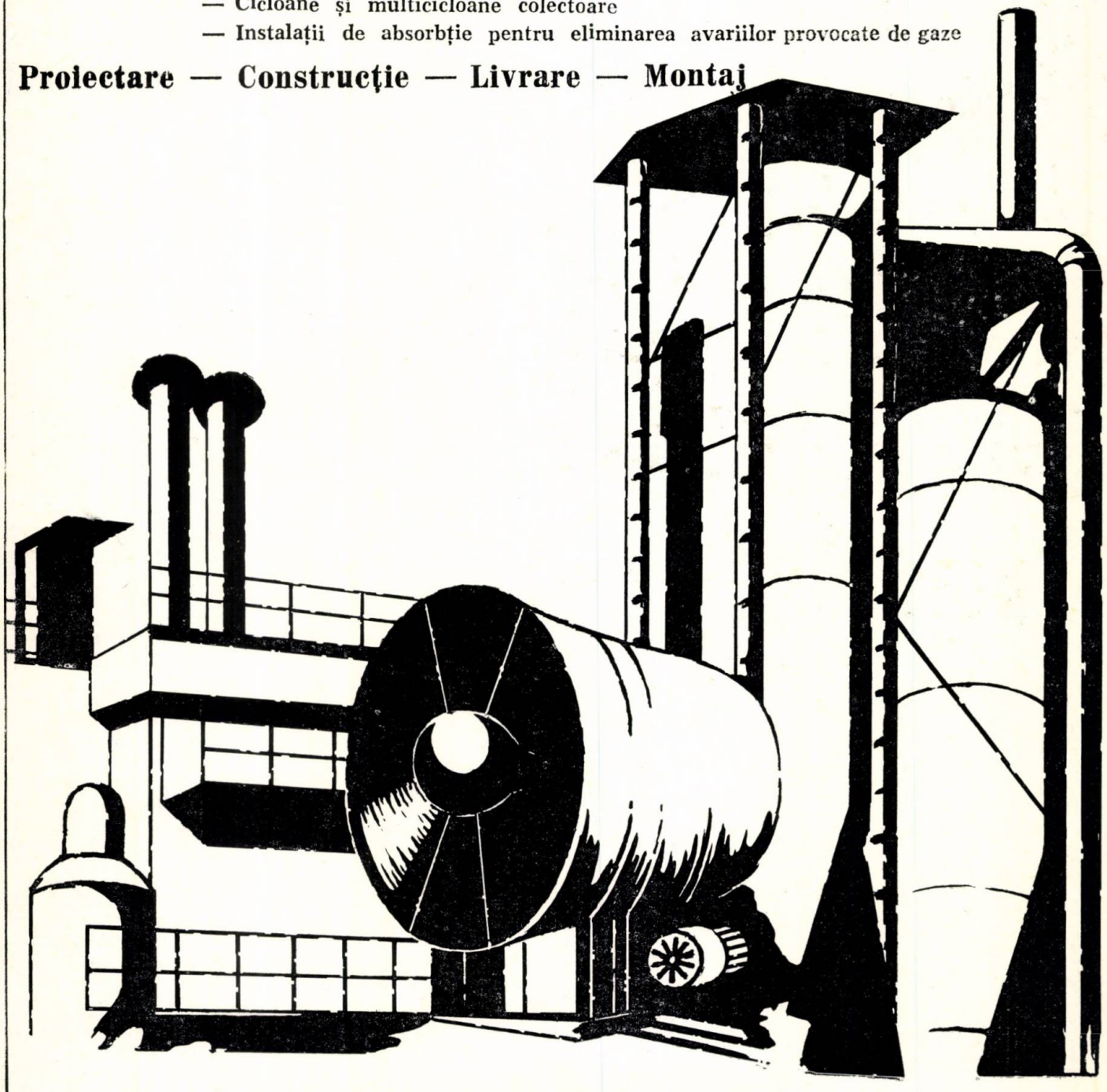
ÎNTREPRINDEREA DE COMERȚ EXTERIOR

centrozap

Mickiewicza 29, 40—085 Kotowice, R.P. Polonă
Telex : 0315771, czap pl
Telefon : 513—401, 597—241

— Ventilatoare industriale pentru toate ramurile industriei
— Instalații de ventilație și componente
— Aparate și instalații de climatizare
— Aparate și instalații pentru desprăfuire ș.a.
— Filtre-tubulare
— Electrofiltre
— Filtre pulsatoare
— Captatoare de umiditate
— Cicloane și multicicloane colectoare
— Instalații de absorbție pentru eliminarea avariilor provocate de gaze

Proiectare — Construcție — Livrare — Montaj



PUBLICOM

OSZLÁNYI INFORMÁCIÓS KÖZPONTJA 1883

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR: OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXVI, nr. 4, aprilie, 1984

CUPRINS

MOTOARE CU ARDERE INTERNĂ

1. Soluții energetice

BĂLOIU, S., DINU, N., GLĂJA, N., TRANCĂ, I., TOTHEZAN, P., GRÜNWALD, B.: **Cu privire la performanțele unui motor diesel echipat cu cameră de ardere divizată, prevăzută cu difuzare de geometrie constantă și variabilă** 127

ALBOTEANU, R., TEODORESCU, L., STOICA, N.: **Calculul geometriei unei camere de turbionare tip COMET V** 134

BĂȚAGA, N., CĂZILĂ, AURICA, TEBEREAN, I., PINȚA, A.: **Cercetări privind uniformitatea debitării pompelor de injecție cu distribuitor rotativ** 139

SFINȚEANU, D.: APOSTOLESCU, N.: **Considerații privind evaluarea raportului între performanțele motorului diesel și regimul termic al pieselor camerei de ardere** 149

2. Combustibili neconvenționali

APOSTOLESCU, N., GRÜNWALD, B., CAZAN, GH., NEGURESCU, N., PANĂ, C., POPA, M.G., NEDELCU, D., VLĂDĂREANU, V., RADU, B.: **Cercetări privind optimizarea corelației regim de funcționare — avans la injecție — grad de recirculare a gazelor, la un motor diesel rapid alimentat cu emulsii de metanol în motorină** 152

ZUGRĂVEL, M., GAIGINSCHI, R., GIURCĂ, V., HOMUȚESCU, C.A., WASKIEWICZ-FILIOREANU, N., PASA, D.: **Cercetări privind adaptarea pe autoturism a motorului ARO L-25, alimentat prin injecție directă de metanol** 158

STOICA, N., DINU, N., SOARE, V., DRĂGUȚAN, L., TOMESCU, A., POTCOAVĂ, Z.: **Cercetări privind utilizarea amestecului de benzină-metanol la m.a.s.** 167

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef: ing. Teodosia Oprescu
Redactor: Șerban Teodorescu
Coordonator științific: dr. ing. Gabriela Crișan

Coperta reprezintă: secția de vopsitorie cu grad înalt de automatizare, pentru caroserii de autoturisme; productivitatea, 25 caroserii/oră. Tehnologie, proiectare și asistență tehnică: I.C.T.C.M. București. Beneficiar: Întreprinderea de autoturisme Pitești

3. Aspecte tribologice

DINU, N., TRANCĂ, I., ILISEI, M., PETRE, I. : **Ulei multigrad de tip M 15 V 40 Super 3 destinat motoarelor diesel supraalimentate** 175

DINU, N., COSMESCU, NADEJDEA, EMILIA, BRATU, C., COSMESCU, M., STANCU, ȘT. : **Noi aspecte ale fenomenelor de frecare-uzură, caracteristice lagărelor de alunecare cu pereți subțiri și proprietăți autolubrifiante, executate din bandă multistrat** 178

4. Documentare

BĂNCESCU R. : **Un nou tip de motor diesel lent prezentat de firma Sulzer — Elveția** 181

5. Direcții noi de cercetare

CRIȘAN, GABRIELA : **Materiale plastice în industria automobilelor** 182

BĂNESCU, A., RĂCHITA, S. : **Combaterea poluării sonore și a vibrațiilor în construcția de mașini** 197

ATTENTION !

Foreign readers can subscribe through ILEXIM — Serviciul export-import presă. P.O. Box. 136—137— telex : 11226, București, str. 13 Decembrie, nr. 3

ACHTUNG !

Ausländische Leser können sich abonnieren durch ILEXIM — Serviciul export-import presă. P.O. Box 136—137 — telex : 11226, București, str. 13 Decembrie, nr. 3.

ATTENTION !

Les lecteurs étrangèrs de la revue pourront prendre des abonaments par ILEXIM — Serviciul — export-import presă P.O. Box 136—137 — telex : 11226, București, str. 13 Decembrie, nr. 3.

ВНИМАНИЕ !

Читатели иностранных стран могут абонироваться при ILEXIM — Serviciul export-import presă. P.O. Box 136—137 — telex : 11226, București, str. 13 Decembrie, nr. 3.

Revista „CONSTRUCȚIA DE MAȘINI", organ al Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini din Republica Socialistă România. Redacția la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcțiilor de mașini, cu sediul în București, Calea Victoriei 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poștal la ICTCM, șos. Olteniței nr. 105, București, sector 4, pentru revista „Construcția de mașini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Ploiești" str. Transilvaniei, nr. 29.

SUMARE

CZ : 621.436

Băloiu, S., Nistor, D., Glăja, N., Trancă, I., Tothezan, P., Grünwald, B. : **Cu privire la performanţele unui motor diesel echipat cu cameră de ardere divizată, prevăzută cu difuzoare de geometrie constantă şi variabilă**

Lucrarea conţine un studiu comparativ al performanţelor camerelor de ardere echipate cu difuzoare ce funcţionează cu geometrie constantă şi variabilă în condiţiile utilizării a doi combustibili sensibil diferiţi sub aspectul proprietăţilor fizico-chimice. În investigarea fenomenelor ce definesc calitatea proceselor de ardere s-au utilizat atît parametri efectivi, cît şi indicaţi, a căror prelucrare s-a efectuat pe calculator.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 4, 11 fig., 1 tab., 4 ref.

CZ : 621.431

Alboteanu, R., Teodorescu, L., Stoica, N. : **Calculul geometriei unei camere de turbionare tip COMET V**

Problemele ridicate de programul de diselizare, o soluţie corespunzătoare domeniului motoarelor cu ardere internă de reducere a consumului de combustibil, se pot rezolva prin reevalurea unor soluţii energetice deja cunoscute, adaptate noilor cerinţe solicitate motoarelor moderne. Plecînd de la aceste considerente, cercetările efectuate pentru realizarea unor motoare cu aprindere prin compimare pentru autoturisme au adus în discuţie utilizarea camerelor de ardere tip COMET V. În articol se prezintă rezultatele obţinute în definirea geometriei unei astfel de camere în vederea realizării sale.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 4, 6 fig.

CZ : 621.431

Băţaga, N., Căzilă, Aurica, Teberean, I., Pinţa, Al. : **Cercetări privind uniformitatea debitării pompelor de injecţie cu distribuitor rotativ**

Articolul studiază principalii factori care influenţează uniformitatea debitării pompelor de injecţie cu distribuitor rotativ, ştiut fiind că o debitare neuniformă are efecte negative asupra pornirii şi funcţionării la ralanti, cît şi asupra funcţionării în sarcină. Cercetările s-au axat, în principal, pe pompele cu 6 şi 4 racorduri de refulare, dar rezultatele obţinute pot fi particularizate şi la pompele cu 3 racorduri de refulare.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 4, 13 fig., 4 ref. bibl.

CZ : 621.436

Sfinţeanu, D., Apostolescu, N. : **Consideraţii privind evaluarea raportului între performanţele motorului diesel şi regimul termic al pieselor camerei de ardere**

Lucrarea analizează influenţa erorilor de măsurare a temperaturii pieselor camerei de ardere a motorului diesel asupra evaluării raportului dintre performanţele motorului şi solicitarea termică a pieselor.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 4, 8 fig., 2 ref. bibl.

CZ : 621.431

Zugrăvel, M., Gaiginschi, R., Giurcă, V., Homutescu, C.-A., Waszkiewicz-Filioreanu, N., Paşa, D. : **Cercetări privind adaptarea pe autoturism a motorului ARO L-25 alimentat prin injecţie directă de metanol**

Se prezintă rezultatele unor cercetări experimentale referitoare la utilizarea metanolului drept combustibil pentru motorul ARO L-25, modificat pentru alimentare prin injecţie directă. Datele obţinute pe un autoturism ARO-244 arată avantajele soluţiei de alimentare propuse în comparaţie cu varianta standard.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 4, 8 fig., 2 tab., 9 ref. bibl.

CZ : 621.436

Apostolescu, N., Grünwald, B., Cazan, Gh., Negurescu, N., Pană, C., Popa, M.G., Nedelcu, D., Vlădăreanu, V., Radu, B. : **Cercetări privind optimizarea corelaţiei regim de funcţionare avans la injecţie-grad de recirculare a gazelor, la un motor diesel rapid alimentat cu emulsii de metanol în motorină**

În lucrare se precizează condiţiile impuse, obiectiv şi constrîngeri, optimizării funcţionării unui motor diesel rapid, la alimentarea sa parţială cu metanol. Cercetarea experimentală întreprinsă a urmărit precizarea influenţei factorilor de reglaj — avans la injecţie, grad de recirculare şi concentraţia de metanol — asupra economiei relative şi absolute de motorină, ca şi asupra eficienţei utilizării metanolului. Pe această bază au rezultat posibilităţile de optimizare a utilizării metanolului în motorul diesel.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 4, 6 fig., 1 tab., 4 ref. bibl.

CZ : 621.431

Stoica, N., Nistor, D., Soare, V., Drăguţan, L., Tomescu, A., Potcoavă, Z. : **Cercetări privind utilizarea amestecului de benzină — metanol la motorul cu aprindere prin scînteie**

Se prezintă unele aspecte ale utilizării metanolului la alimentarea motorului cu ardere internă precum şi rezultatele unor cercetări experimentale efectuate pe un motor L-25, în laborator şi pe trei autoutilitare T.V., în condiţii de drum.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 4, 12 fig., 3 ref. bibl.

CZ : 621.892.2

Dinu, N., Trancă, I., Ilisei, M., Petre, I. : **Ulei multigrad de tip M 15 w 40 Super 3 destinat motoarelor diesel supraalimentate**

În lucrare sînt prezentate principalele avantaje ale utilizării acestui tip de ulei la motoarele diesel, rezultatele determinărilor de laborator şi încercărilor pe motoare standard specifice. Sînt arătate performanţele obţinute la utilizarea acestui ulei în instalaţia de ungere a unui motor diesel supraalimentat, încercat în condiţii de standard.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 4, 4 tab.

CZ : 621.891
531.43/.46

Dinu, N., Cosmescu, Nadejdea, Emilia, Bratu, C., Cosmescu, M., Stancu, Şt. : **Noi aspecte ale fenomenelor de frecare-uzură, caracteristice lagărelor de alunecare cu pereţi subţiri şi proprietăţi autolubrifiante, executate din bandă multistrat**

Acest articol cuprinde expunerea unor noi aspecte privind fenomenele de frecare-uzură, care apar în cazul cuplei de frecare fus din oţel-lagăr autolubrifiant din bandă multistrat.

Concluziile prezentate se bazează un un număr mare de experimentări, realizate pe un stand specializat, care au confirmat ipotezele teoretice.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 4, 3 fig., 2 ref. bibl.

CONTENTS

DC : 621.436

Băloiu, S., Nistor, D., Glăja, N., Trancă, I., Tothezan, P., Grunwald, B.: **On the Performances of a Diesel Engine Equipped with Divided Combustion Chamber Provided with Diffusers Operating on Constant and Variable Geometry**

The paper contains a comparative study of the combustion chambers equipped with diffusers operating on constant and variable geometry, in case two types of fuel are used, which are greatly different in point of physical and chemical properties. In investigating the phenomena which define the quality of the combustion processes, both the actual and the nominal computer-processed parameters were used.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 4, 11 fig., 1 table, 4 bibl. papers

---

DC : 621.431

Alboteanu, R., Teodorescu, L., Stoica, N.: **The Calculation of the Geometry of a COMET V — Type Swirl Chamber**

The problems raised by the diesel conversion programme — a solution of fuel consumption reduction, corresponding to the internal combustion engines field — may be solved by the reevalution of the already known energetic solution, adapted to the new requirements imposed on modern engines. Starting from these grounds, the researches made in order to achieve passenger car compression ignition engines, raised the question of the utilization of COMET V type swirl chambers. The present work includes the results obtained in the definition of such a chamber, so that it may be actually achieved.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 4, 6 fig.

DC : 621.431

Bățaga, N., Căzilă, Aurica, Teberean, I., Pința, Al.: **Research into an Even Delivery of Rotary Distributor Injection Pumps**

The paper undertakes a study of the main factors bearing on an even delivery of the rotary distributor injection pumps, as an uneven delivery has a negative influence on the starting and slowed-down operation. Research mainly concentrated on pumps with 6 and 4 pressure delivery outlets, but the results obtained can be equally applied to pumps with 3 pressure delivery outlets.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 4, 18 fig., 4 bibl. papers

---

DC : 621.436

Sfințeanu, D., Apostolescu, N.: **Considerations regarding the rapport between the power of the diesel engine and the thermal state of the combustion chamber parts**

The paper describes the influence of the temperature measurement errors of the combustion chamber parts of the Diesel engine on the evaluation of the rapport between the power of the engine and the thermal strees of the parts.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 4, 8 fig., 2 bibl. papers.

DC : 621.431

Zugrăvel, M., Gaiginschi, R., Giurcă, V., Homutescu, C.-A., Waszkiewicz-Filioreanu, N., Pașa, D.: **Investigations Regarding the Adaptation for the car of ARO L-25 Engine with Direct Injection of Methanol**

The paper presents the results of some experimental researches regarding the use of methanol as fuel for Romanian engine of ARO L-25 automobile, modified into a direct injection engine. The results obtained with ARO 244 car show the advantages of methanol solution on comparison with standard variant.

Construcția de mașini, 36 (1984), No, 4, 8 fig., 2 tabs., 9 bibl. papers.

DC : 621.436

Apostolescu, N., Grünwald, B., Cazan, Gh., Negurescu, N., Pană, C., Popa, M.G., Nedelcu, D., Vlădăreanu, V., Radu, B.: **On the optimization of operation regime-injection timing-exhaust gas recirculation correlation, for a high speed diesel engine fueled with methanol-in-diesel oil emulsion**

In this work the general conditions, objective and constraints, to optimize a high-speed diesel engine operation partially fueled with methanol, are presented. The experimental research tried to define the influence of some parameters-injection timing, proportion of exhaust gas recirculation and methanol concentration — on the relative and absolute economy of diesel oil, as well as on the methanol use efficiency. The possibilities to optimize the use methanol in the diesel engine were thus highlighted.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 4, 6 figs., 1 tab., 4 bibl. papers.

DC : 621.431

Stoica, N., Nistor, D., Soare, V., Drăguțan, L., Tomescu, A., Potcoavă, Z.: **Research works regarding the employment of methanol — gasolene mixture on spark-ignition engines**

Some aspects are presented regarding the employment of methanol in the feeding of internal combustion engines as well as the results of certain experimental research works, carried out on a L-25 engine both in the laboratory and within three T.V. commercial vehicles, on the read.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 4, 12 fig., 3 bibl. paps.

DC : 621.892.2

Dinu, N., Trancă, I., Ilisei, M., Petre, I.: **The M 15 w 40 Super 3 Type Multi-grade Oil For Turbocharged Diesel Engines**

The work presents the main advantages of this type of oil used with Diesel engines, as well as the results of the laboratory research and those of the tests made on specific standard engines. The work also presents the performance obtained when this type of oil was used in the lubricating system of a supercharged Diesel engine, which was tested on the test-stand.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 4, 4 tab.

DC : 621.891
531.43/.46

Dinu, N., Cosmescu, Nadejdea, Emilia, Bratu, C., Cosmescu, M., Stancu, Șt.: **New aspects of the friction-wear phenomena, specific to the thin-walled self-lubricating slide bearings made up of multilayer strip**

This article deals with some new aspctes of the friction-wear phenomena, which appear when a steel axle makes a friction couple with a self-lubricating bearing, made up of multi-layer strip. Our conclusions are based on many tests achieved on a test stand, which confirmed the theoretical assumptions.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 4, 3 fig., 2 ref. papers.

SOMMAIRES

CD : 621.436

Băloiu, S., Nistor, D., Glăja, N., Trancă, I., Tothezan, P., Grunwald, B. : **Au sujet des performances d'un moteur diesel équipé de chambre de combustion divisée, munie de diffuseurs à géométrie constante et variable**

L'ouvrage est une étude comparative des paramètres des chambres de combustion équipées de diffuseurs fonctionnant à géométrie constante et variable, dans les conditions de l'utilisation de deux combustibles sensiblement différents du point de vue des propriétés physiques et chimiques. A l'investigation des phénomènes définissant la qualité des processus de combustion, on a utilisé des paramètres effectifs, ainsi que les paramètres indiqués par calculatrice.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 4, 11 fig., 1 tabl., 4 réf.

CD : 621.431

Alboteanu, R., Teodorescu, L., Stoica, N. : **Le calcul de la géométrie de la chambre à tourbillons de type COMET V**

Les problèmes que pose le programme de conversions diesel, une solution correspondante au domaine des moteurs à combustion interne adaptée afin de réduire la consommation de combustible, peuvent se résondre par la réevaluation des solutions énergétiques déjà connues, adaptées aus nouvelles exigeances des moteurs modernes. Prenant comme point de départ cettes considérations, les recherches effectuées pour la réalisations des moteurs à allumage par compression pour autoturismes, ont posé le probléme de l'utilisation des chambres de combustion à tourbillons de type COMET V. Dans cet article, on présente les résultats obtenus dans le domain du calcul de la géometrie d'une telle chambre, en vue de sa réalisation.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 4, 6 fig.

CD : 621.431

Bățaga, N., Căzilă, Aurica, Tebereanu, I., Pința, Al. : **Recherches concernant l'uniformité du débit des pompes d'injection à distributeur rotatif**

L'article étudie les principaux facteurs exerçant une influence sur l'uniformité du débit pompes d'injection à distributeur rotatif ; on sait qu'un débit non-uniforme a des effets négatifs sur le démarrage et le fonctionnement au ralanti et en charge. Les recherches ont été concentrées principalement sur les pompes à 6 et 4 raccords de refoulement, mais les résultats obtenus peuvent être appliqués aussi aux pompes à 3 raccords de réfoulement.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 4, 13 fig., 4 réf.

CD : 621.436

Sfințeanu, D., Apostolescu, N. : **Considerations sur les raport entre les performances du moteur diesel et le régime thermique des pièces de la chambre de combustion**

L'article décrit l'influence des erreurs de mesure de la température des pièces qui forment la chambre de combustion du moteur diesel sur la détermination du raport entre les performances du moteur et la sollicitation thermique des pièces.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 4, 8 fig., 2 réf.

CD : 621.431

Zugrăvel, M., Gaiginschi, R., Giurcă, V., Homutescu, C.-Al., Waszkiewicz-Filioreanu, N., Pașa, D. : **Etudes concernant aux l'adaptation du moteur ARO L-25, alimenté avec méthanol par injection direct, sur l'automobile**

On expose les résultats de l'études expérimentales concernant l'utilisation de méthanol dans le moteur à allumage par étincelle ARO L-25 modifié pour fonctioner avec l'injection direct. Les résultats obtenus sur l'automobile ARO-244 indiquent les avantages énergétique de la solution d'alimentation proposée par comparaison avec la variante standard.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 4, 8 fig., 2 tab., 9 réf.

CD : 621.436

Apostolescu, N., Grünwald, B., Cazan, Gh., Negurescu, N., Pană, C., Popa, M.G., Nedelcu, D., Vlădăreanu, V., Radu, B. : **Recherches concernant l'optimisation de la correlation régime de fonctionnement-avance d'injection-degrée de récirculation des gaz d'echappement, pour un moteur diesel rapide, alimenté avec des emulsions de methanol et gas-oil**

On présente les conditions imposées, objectif et contraintes à l'optimtsation du fonctionnement d'un moteur diesel rapide, alimenté partiellement avec du methanol. La recherche expérimentale a chérché de préciser l'influence des facteurs de réglaje — avance d'injection, degrée de récirculation des gaz d'echappement, concentration de méthanol — sur l'économie relative et absolue de gas-oil, de même que sur l'efficacité de l'utilisation du méthanol. Ainsi, on a pu établr les possibilités d'optimiser l'utilisation du méthanol dans le moteur diesel.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 4, 6 fig., 1 tab., 4 réf.

CD : 621.431

Stoica, N., Nistor, D., Soare, V., Drăgușan, L., Tomescu, A., Potcoavă, Z. : **Recherches scientifiques concernant l'utilisation du mélange d'essence-méthanol aux meteurs à allumage par étincelle**

On présente des aspects de l'utilisation du methanol à l'alimentation du moteur à combustion interne aussi que les résultats des recherches scientifiques experimentalles éffectuées sur un moteur L-25, dans le laboratoir et aussi sur trois autoutilitaires T.V. dans des conditions de route.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 4, 12 fig., 3 réf.

CD : 621.892.2

Dinu, N., Trancă, I., Ilisei, M., Petre, I. : **Huile multigrade type M 15 w 40 Super 3 destinée aux moteurs diesel suralimentés**

Cet ouvrage présente les principaux avantages de l'utilisation de ce type d'huile aux moteurs diesel, les résultats des déterminations de laboratoire et les essais sur les moteurs standard spécifiques. Les performances détenues à l'utilisations de cette huile dans l'instalation de graissage d'un moteur diesel suralimenté, vérifié dans des conditions de stand, sont montrées dans l'ouvrage.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 4, 4 tab.

CD : 621.891
531.43/.46

Dinu, N., Cosmescu, Nadejdea, Emilia, Bratu, C., Cosmescu, M., Stancu, St. : **Nouveaux aspects des phénomènes de friction-usure, caracthéristiques aux paliers de glissement à minces parrois et propriétés autolubréfiantes, faits en bandes multicouche**

Cet article comprend l'exposition de quelques nouveaux aspects concernant les phénomènes de friction-usure, qui apparaissent entre l'arbre en acier et le palier autolubréfiant en bande multicouche. Les conclusions présentées se fondent sur un grand nombre d'expérimentations réalisées sur un banc spécialisé, expérimentations qui ont confirmé les hypothèses théoriques.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 4, 3 fig., 2 ref. bibl.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 621.436

Băloiu, S., Nistor, D., Glăja, N., Trancă, I., Tothezan, P., Grunwald, B.: **Über die Leistungen eines Dieselmotors mit geteilter Verbrennungskammer, die mit Luftzulaßrohren mit konstanter und variabler Geometrie ausgestattet sind**

Der Beitrag enthält eine vergleichende Studie der Leistungen der Verbrennungskammern, die mit Luftzulaßrohren ausgestattet sind, welche in konstanter und variabler Geometrie arbeiten, unter Verwendung von zwei Treibstoffen, die hinsichtlich ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften merkliche Unterschiede aufweisen. Bei der Untersuchung der Phänomene, welche die Verbrennungsvorgänge kennzeichnen, wurden sowohl die effektiven sowie die angegebenen Parameter verwendet, deren Bearbeitung auf dem Computer erfolgte.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 4, 11 Fig., 1 Tab., 4 Lit.

DK : 621.431

Alboteanu, R., Teodorescu, L., Stoica, N.: **Berechnung der Geometrie einer Wirbelkammer Typ COMET V**

Die vom Dieselprogramm erhobenen Aufgaben, eine Lösung entsprechend dem Gebiet der Verbrennungmotoren betreffend Verringerung des Kraftstoffverbrauchs, können durch Wiederwertung einiger schon bekannten energetischen Lösungen, angemessen den neuen Bedürfnissen die den modernen Motoren gestelit werden, gelöst werden. Von diesen Gründen ausgehend, brachten die Untersuchungsarbeiten für die Verwircklichung einiger Motoren mit Kompressionzündung, die Anwendung der Wirbelbrennkammern Typ COMET V ins Gespräch. Im Aufsatz werden die für die Geometriedefinierung einer solchen Kammer erzielten Ergebnisse vorgestelt, zwecks Verwirklichung derselben.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 4, 6 Bild.

DK : 621.431

Bățaga, N., Căzilă, Aurica, Teberean, I., Pința, Al.: **Einige Untersuchungen hinsichtlich der Durchflußgleichmäßigkeit bei Einspritzpumpen mit Drehverteiler**

Im Beitrag werden die wichtigsten Faktoren untersucht, welche die Durchflußgleichmäßigkeit bei den Einspritzpumpen mit Drehverteiler beeinflussen, da bekanntlich ein ungleichmäßiger Durchfluß sich auf das Anlassen und die Langsamfahrt wei auch den Vollgasbetrieb negativ auswirkt. Die Untersuchungen haben sich vor allem auf die Pumpen mit 6 und 4 Rückschlagleitungen bezogen, aber die erzielten Ergebnisse können auch auf Pumpen mit 3 Rükschlagleitungen erweitert werden.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 4, 18 Fig., 4 Lit.

DK : 621.436

Sfințeanu, D., Apostolescu, N.: **Bemerkungen über die verhältnis zwieschen die motorenleistung des Diesel motores und die Wärmebeanspruchungen der Teilen der Verbrennungskammer**

Die Arbeit analisiert die Temperaturmessungsfehler für die Teile der Verbrennungskammer des Dieselmotors und der Einfluss diesen Messungsfehler über die Bewertung des Verhältnises zwischen die Motorenleistung und die Wärmebeanspruchungen der Teilen der Verbrennungskammer.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 4, 8 Bild., 2 Lit.

DK : 621.431

Zugrăvel, M., Gaiginschi, R., Giurcă, V., Homutescu, C.-A., Waszkiewicz-Filioreanu, N., Pașa, D.: **Untersuchungen zur Anpassung eines ARO L-25 — Ottomotores mit Direkteinspritzung von Methanol für Personenkraftwagen**

Es werden die Ergebnisse experimenteller Untersuchungen bezüglich der directen Einspritzung von (ausschießlich) Methanol in den rumänischen PKW — Ottomotor (zu diesem Zwech verändert) vom Typ ARO L-25 vorgestellt. Die Testergebnisse eines ARO-244 PKW's zeigen, daß die Methanoleinspritzung gegenüber der Standardvariante vorteilhaft ist.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 4, 8 Bild., 2 Tab., 9 Lit.

DK : 621.436

Apostolescu, N., Grünwald, B., Cazan, Gh., Negurescu, N., Pană, C., Popa, M.G., Nedelcu, D., Vlădăreanu, V., Radu, B.: **Forschungen über optimierung der korrelation zwischen betrib vorenispritzung — abgasrückfährungsgrad, eines schnell-aufenden dieselmotors, mit ein kombinierten brennstoffzuführung: methanol in dieselölgemisch**

In der Arbeit werden die Optimierungsbedienгungen des Betriebes eines schnellaufenden Dieselmotors beschrieben, der mit Methanol in Dieselölgemisch zuführt ist. Die Forschung hat versucht der Einfluss einiges Regelparameters-Vorenispritzung, Umlauf der Auslassgases Konzentration des metilischen Alkohols über des absoluten und relativen Gasölverbrauches zu bestimmen. Es ist möglich die Optimierungsbediengungen der Zufürung des Dieselmotors mit metilischen Alkohol bestimmen.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 4, 6 Bild., 1 Tab., 4 Lit.

DK : 621.431

Stoica, N., Nistor, D., Soare, V., Drăguțan, L., Tomescu, A., Potcoavă, Z.: **Untersuchungen bezüglich der Anwendung eines Benzin — Methanolgemisches bei Motoren mit Funkenzündung**

Es werden einige Anwendungsmöglichkeiten des Methanols zur Speisung der Motoren mit innerer Verbrennung sowie die Ergebnisse einiger Untersuchungen mit einem L-25 — Motor unter Laborbedingungen und auf drei Geländewagen T.V. unter Normalbedingungen vorgestellt.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 4, 12 Bild., 3 Lit.

DK : 621.892.2

Dinu, N., Trancă, I., Ilisei, M., Petre, I.: **Multigrad-Öl Type M 15 w 40 Super 3 fur aufgeladene Dieselmotoren**

Vorliegender Bericht zeigt die wichtigsten Vorteile wer Anvendung dieser Öltype auf Dieselmotoren, die Ergebnisse der Laborarbeiten und — bestimmungen und der Proben auf spezifischen Standardmotoren. Es werden die Errungenschaften angegeben, die mit diesem Öl in der Schmieranlage unes aufgeladenen Dieselmotors erhalten wurden, der unter Prufstandbedingungen getestet wurde.

Construcția de masini, 36 (1984), Nr. 4, 4 Tab.

DK : 621.891
531.43/.46

Dinu, N., Cosmescu, Naiejdea, Emilia, Bratu, C., Cosmescu, M., Stancu, Șt.: **Neue ansichten über die reibungsverschleiß — erscheinungen, typisch für die gleitlagger mit dünnen wänden und selbstschmierungseigenschaften, hergesellt aus mehrschichtigen streifen**

Dieser Artikel umfaßt die Aufbreitung einiger von den neuen Ansichten betreffend die Reibungsverschleißerscheinungen, die im Falle Reibungskupplung zwischen dem Stahlspindel und dem selbstschmierenden Lager aus mehrschichtigen Streifen vorkommt. Die vorgestellten Folgen beruhen auf einer großen Anzahl von Experimenten die an einen Spezialstand ausgefuhrt wurden, und die die theoretischen Voraussetzung bestätigten.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 4, 3 Bild., 2 Lit.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК : 621.436

Бэлою, С., Нистор, Д., Глэжа, Н., Транкэ, И., Тотезан, Г., Грюнвальд, С. : **О показателях дизельного двигателя, оснащенного разделанной камерой сгорания с воздушным соплом константной и переменной геометрии**

Работа содержит сравнительное изучение рекордных показателей камер сгорания, работающих в условиях константной и переменной геометрии и использования двухразличного чувствительного с точки зрения физико-химических свойств вида топлива. Для изучения явлений, которые определяют качества процессов сгорания использовали так действительные показатели, как и указанные показатели, переработка которых осуществили на Э В М.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 4, 11 рис., 1 табл., 4 лит.

ДК : 621.431

Алботеану, Р., Теодореску, Л., Стойка, Н. : **Расчёт геометрии вихревой камеры типа КОМЕТ V**

Вопросы поднятые программой дизелизации, решение соответствующее области двигателей внутреннего сгорания со снижением расхода топлива, возможно разрешить путем переоценки известных энергетических решений приспособленных новым необходимостям современных двигателей. Исходя из этих решений исследования проведенные для осуществления дизельных двигателей легковых автомобилей привели в разговор использование вихревых камер сгорания типа КОМЕТ V. В статье представлены результаты полученные в области определения камеры такого рода с целью ее осуществления.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 4, 6 рис.

ДК : 621.431

Бэцага, Н., Кэзилэ, Аурика, Тебереан, И., Пинца, Ал. : **Исследования об однородности дебитования впрыскивающего насоса с вращающимся распределителем.**

Статья изучает главные факторы, влияющие на однородность дебитования вприскрывающих насосов в вращающимся распределителем, имея ввиду то, что неоднородное дебитование отрицательно влияет на пуск и хоростной ход, и на работу под нагрузкой. Исследования опирались в основном на насосах с 6 и 4-мя нагнетательными патрубками, но полученные результаты могут быть применены и для насосов с 3-мя нагнетательныме патрубками.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 4 18 рис., 4 лит.

ДК : 621.436

Сфинцеану, Д., Апостолеску, Н. : **Обсуждения по определениго соотношения между качествам дизельного двигателя и термической нагрузки деталей камеры згорания**

Статья анализирует воздействие погрешностих измерения температуры поверхностих камеры згорания дизеля на оценки отношения между мощности двигателя и термической нагрузки камерые згорания.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 4, 8 рис., 2 лит.

ДК : 621.431

Зугрэвел, М., Гайджински, Р., Джюркэ, В., Хомутеску, К.-А., Васкневикз-Филиоряну, Н., Паша, Д. : **Исследование применения двигателя ARO L-25 работающий с впрыскивающей системы подачи метанола на автомобиль**

Приводятся результаты исследования применения метанола как топливо для румынского автомобильного двигателя ARO L-25 модифицированный для работы при подачи метанола впрыском. Экспериментальные данные указывают преимущества предполагаемого решения подачи метанола в сравнение с стандартным двигателем.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 4, 8 рис., 2 табл., 9 лит.

Апостолеску, Н., Грюнвалд, В., Казан, Г., Негуреску, Н., Панэ, К., Попа, М. Дж., Неделку, Д., Влэдэреану, В., Раду, В. : **К вопросу об оптимизации соотношения : рабочий режим — опережение впрыскивания и степень рециркулации газов в быстоходном дизельном двигателе, заправленном эмульсией метанола в дизельном топливе**

В работе уточняются объективно заданные принуждениями условия для оптимизации работы быстоходного дизельного двигателя при его частичном питании метанолом.

Предприятое экспериментальное исследование ставит себе целью выявить влияние регулирующих факторов — опережения впрыскивания, степени рециркуляции и концентрации метанола — на относительную и абсолютную экономию дизельного топлива, а также на эффективность применения метанола. В результате выявляются возможности, касающееся оптимизации и применения метанола в работе дизельного двигателя.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 4, 6 рис., 1 табл., 4 лит.

ДК : 621.431

Стойка, Н., Нистор, Д., Соаре, В., Дрэгуцан, Л., Томеску, А., Поткоавэ, З. : **Исследования по применению смеси бензин-метанол в двигателях с искровым зажиганием**

Представлены некоторые аспекты применения метанола для питания двигателя внутренего сгорания и также результаты опытых экспериментов проведеных на двигателе L-25 на стенде и на трех автомобилях T.V. при дорожных условиях.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 4, 12 рис., 3 лит.

ДК : 621.892.2

Дину, Н., Транкэ, И., Илисей, М., Петре, И. : **Масло для широкого потребления типа „М 15w 40 Супер 3", предназначенное для дизелей с наддувом**

Работа излагает основные преимущества использования этого типа масла в дизелях, результаты лабораторных определении и испытаний стандартных специфических двигателей. Указывает качесвенные показатели получены использованием этого масла в системе смазки дизеля с наддувом испытанного в стендовых условнях.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 4, 4 табл.

CZ : 679.5:629.113/.114

Crişan, Gabriela: **Materiale plastice în industria automobilelor**

Studii şi cercetări recente din industria automobilelor urmăresc reducerea greutăţii autovehiculului, ceea ce — împreună cu ameliorarea aerodinamicii caroseriei — contribuie la îmbunătăţirea randamentului motorului şi la reducerea consumului de combustibil. Astfel, o reducere cu 10% a greutăţii automobilului determină o scădere cu 6—7% a consumului de combustibil. Implementarea materialelor plastice în industria autovehiculelor cunoaşte două etape :

— stadiul actual, de folosire pentru piese relativ mici şi mijlocii (nesolicitate special) şi elemente de caroserie ;

— stadiul de perspectivă, de folosire pentru piese solicitate din suspensie, transmisie, grup motor, direcţie etc.

Articolul prezintă caracteristicile materialelor utilizate şi domeniile lor de utilizare, cu referire la aceste stadii, pe baza realizărilor unor firme de prestigiu pe plan internaţional.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 4, 7 fig., 10 tab., 14 ref. bibl.

CZ : 621 — 752

Bănescu, A., Răchită, E.: **Combaterea poluării sonore şi a vibraţiilor în construcţia de maşini**

Construcţia de maşini furnizează echipamente pentru celelalte ramuri industriale. Aceste echipamente generează nivele ridicate de zgomot, care afectează competitivitatea instalaţiilor în care funcţionează. Se pune problema de a ameliora calitatea produselor şi proceselor din instalaţii prin iniţierea de cercetări de ansamblu şi pe grupe de utilaje. Cercetările abordează sistemic problema combaterii poluării datorate zgomotului şi vibraţiilor, iar soluţiile rezultate reprezintă un compromis între performanţele acustice şi preţul de cost.

În acest fel, cercetările sînt orientate spre elaborarea de standarde privind limitele de zgomot şi vibraţie, realizarea de componente de maşini, agregate şi instalaţii cu nivel de zgomot şi vibraţie scăzut, perfecţionarea şi adaptarea mijlocelor şi tehnicilor de măsurare a caracteristicilor fizice ale zgomotului şi vibraţiilor, crearea de materiale cu performanţe ridicate fonoabsorbante, fonoizolatoare şi antivibratile.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 4

DC : 679.5:629.113/.114

Crişan, Gabriela: **Plastics Used in the Motor Car Industry**

Recent studies and research in the motor car industry are concerned with reducing the motor car weight, which, alongside with the improvement of the body aerodynamic line, contribute to increasing the engine efficiency and to cutting down the fuel consumption. A 10 p.c. reduction of the motor car weight entails a 6—7 p.c. fuel cut. Plastics are implemented in the motor car industry in two stages :

— the present stage when they are used for reletively small and average components (withstanding no special stress) and for body elements ;

— the future stage when they are to be used for components withstanding stresses in the suspension, transmission, engine unit, steering systems etc.

The paper presents the characteristics of the materials used and their range of use referring to these stages on account of the achievements of certain firms of world repute.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 4, 7 fig., 10 tables, 14 bibl. papers

DC : 621 — 752

Bănescu, A., Răchită, E.: **Fighting Against Sound Pollution and Vibrations in Mechanical Engineering**

Mechanical engineering provides equipment for the other industrial branches. The relevant equipments generate high noise levels affecting the competitive character of the installations incorporating them. The problem lies in improving the product and process quality within installations by undertaking research works of a general character and by groups of equipments. Researches systematically approach the problem of fighting against sound pollution and vibrations, while the solutions submitted are a compromise between acoustic performances and the cost price.

Research is thus directed towards working out standards concerning the noise and vibration limits, achieving components showing a low noise and vibration level for various machines, aggregates and installations, improving and adapting the ways, means and technologies of measuring the noise and vibrations physical characteristics, creating materials of high sound absorbing, soundproof and vibrationproof performances.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 4

CD : 679.5:629.113/.114

Crişan, Gabriela: **Utilisation des plastiques dans l'industrie automobile**

Les récentes études et recherches dans l'industrie automobile visent à réduire le poids du véhicule, ce qui — en même temps que l'amélioration de l'aérodynamique de la carrosserie — contribue à l'amélioration du rendement du moteur et à la réduction de la consommation de carburant. En effet, une réduction de 10% du poids de l'auto détermine une diminution de 6—7% de la consommation de carburant. L'utilisation des plastiques dans l'industrie automobile marques deux étapes :

— l'étape actuelle d'utilisation à la confection de pièces relativement petites et moyennes (non spécialement soumises aux contraintes) et d'éléments de carrosserie ;

— l'étape de perspective d'utilisation à la confection de pièces composantes de la suspension, de la transmission, du groupe moteur, de la direction, etc., soumises aux contraintes.

L'article présente les caractéristiques des plastiques provenant d'une série de firmes de prestige sur le plan international, avec référence à ces étapes.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 4, 7 fig., 10 tabl., 14 réf.

CD : 621 — 752

Bănescu, A., Răchită, E.: **La lutte contre la pollution sonore et les vibrations dans le domaine des constructions mécaniques**

L'industrie des constructions mécaniques fournit des équipements aux autres branches industrielles. Ces équipements ont un niveau de bruit élevé affectant la compétitivité des installations respectives. A ce sujet, le problème consiste à entreprendre des études d'ensemble et par groupes d'outillages afin d'améliorer la qualité des produits et des processus de ces installations. Ces études systématiques concernent la lutte contre la pollution sonore et les vibrations ; les solutions obtenues constituent un compromis entre les performances acoustiques et le prix de revient.

Les études sont orientées vers l'élaboration de standards relatifs aux limites de bruit et de vibrations, la réalisation de composants de machines, de groupes et d'installations à niveau de bruit et de vibrations réduit, au perfectionnement et à l'adaptation des moyens et des techniques de mesure des caractéristiques physiques du bruit et des vibrations, à la création de matériaux à hautes performances de phono-absorption, de phono-isolation et anti-vibreurs.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 4

DK : 679.5:629.113/.114

Crişan, Gabriela : **Die Plaste in der Autoindustrie**

Neue Forschungen und Untersuchungen in der Atoindustrie ziele auf die Herabsetzung des Kraftfahrzeugsgewichts, ab, was gemeinsam mit der Verbesserung der Stromlinienform des Aufbaus zur Steigerung der Motorleistung und zur Verminderung des Treibstoffverbrauchs beiträgt. Bei einer 10%-igen Herabsetzung des Kraftfahrzeugsgewichts wird eine 6—7%-ige Verminderung des Treibstoffverbrauchs bewirkt. Die Einführung der Plaste im Kraftfahrzeugbau weist zwei Etappen auf :

— das gegenwärtige Stadium, in dem sie für relativ kleine und mittelgroße Bauteile (die keiner besonderen Beanspruchung ausgesetzt sind) und für Aufbauelemente verwendet werden ;

— das Perspektivstadium, in dem sie für beanspruchte Bauteile der Aufhängung, des Getriebes, der Motorgruppe, der Lenkung u.a. verwendet werden.

Im Beitrag werden die Eigenschaften der verwendeten Werkstoffe und ihre Einsatzbereiche in Bezug auf diese Stadien, aufgrund der von international angesehenen Firmen erzielten Leistungen, präsentiert.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 4, 7 Fig., 10 Tab., 14 Lit.

Bănescu, A., Răchită, E. : **Die Lärm — und Schwingungsbekämpfung im Maschinenbau**

Der Maschinenbau liefert die Ausrüstungen für die übrigen Industriezweige. Diese Ausrüstungen verursachen Lärm, der die Wettbewerbsfähigkeit der Anlagen in denen sie eingebaut sind, beeinträchtigen. Das Problem besteht in der Verbesserung der Qualität der Erzeugnisse und der in den Anlagen sich abwickelnden Prozzesse durch die Einleitung von Forschungen, welche die gesamte Anlage wie auch die vershiedenen Maschinengruppen berücksichtigen. Die innerhalb der Systemforschung durchgeführten Untersuchungen beziehen sich auf die Lärm — und Schwingungsbekämpfung und die ermittelten Lösungen stellen einem Kompromiß zwischen den akustischen Leistungen und den Erstellungskosten dar.

Die Foschungen sind ausgerichtet auf die Ausarbeitung der Standards, welche die Grenzen für Lärm und Schwingungen feststellen, die Entwicklung von Maschinen, Aggregaten und Anlagen mit einem niedrigen Lärm — und Schwingungspegel, die Weiterentwichlung und Anpassung der Mittel und Techniken zur Messug der physikalischen Kennzeichen des Lärms un der Schwingungen, die Entwicklung von Werkstoffen mit schalldämmenden, schallschluckenden und schwingungsdämmenden Eigenschaften.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 4

ДК : 621.891.531.439.46

Дину, Н., Космеску, Надеждеа-Емилия, Брату, К., Космеску, М., Станку, Шт. : **Новые аспекты процесса трения-износа, характерные для подшипников скольжения с тонкими стенками и самосмазованными своиствами, исполненых из многослойной ленты**

Статья содержает изложение новых аспектов касая процесса трения-износа, которые появляются в случае пары трения стального шипа-самосмазованный подшипник из многослойной ленты. Представленные выводы основаны на большом числе испытаний пройзведенные на специализированном стенде, которые потверждали теоретические гипотезы.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 4, 3 рис., 2 лит.

ДК : 679.5 : 629.130/114

Кришан, Габриела : **Пластматериалы в автомобилестроении**

Цель недавных изысканий и исследований в автомобилестроении-снижение веса автомобиля, что, вместе с улучшением аэродинамики кузова содействует повышению кпд двигателя и снижению расхода топлива. Таким образом снижение на 10% веса автомобиля ведет к снижению на 6—7% расхода топлива. Внедрение пласматериалов в автомобилестроении отмечено двумя этапами :

— настоящая стадия использования сравнительно малых и средних деталей (без специальной загрузки) и элементов кузова ;

— перспективная стадия использования для загруженных деталей суспензии, передачи, двигательной группы, направления и т.д.

Статья представляет характеристики использованных материалов и их области применения с указанием на эти стадии, на основе достижений ряда фирм с престижом в мировом плане.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 4, 7 рис., 10 табл., 14 лит.

ДК : 681—752

Бэнеску Н., Рэкитэ Е. : **Борьба против звукового загрязнения и вибрации в машиностроении**

Машиностроение выпускает об рудование для остальных промышленных отраслей. Это оборудование работает при высоких уровнях шума, что вредит конкурентности установок частью которых он является. Речь идет об улучшении качественности изделий и процессов установок, благодаря изыскания общего характера и по группам оборудования. Исследования системно трактуют вопрос борьбы против звукового загрязнения и вибраций, и полученные решения являются обязательством между звуковыми показателями и себестоимостью. Таким образом, исследования направлены на составление стандартов о пределах шума и вибраций, на осуществление составных частей машин, агрегатов и установок с пониженным уровнем шума и вибраций, на улучшение и адаптирование средств и техник измерения, физических характеристик шума и вибраций, на создание материалов с повышенными звукопоглащающими, звукоизолирующими и противовибрационными показателями.

Construcţia de maşini 36, (1984),
н. 4

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ
PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
difuzează în anul 1984

materiale de informare despre realizări din țară și din străinătate privind preocupările actuale în domeniul construcțiilor de mașini, de ex. : **programul energetic, valorificarea surselor proprii de materii prime, calitatea produselor, economisirea materiilor prime și reciclarea deșeurilor, productivitatea muncii etc.**

Materialele sînt grupate în serii :

Simbol	Denumirea seriei
	REALIZĂRI ALE CERCETĂRII ROMÂNEȘTI
RCM	Revista „Construcția de mașini"
	INFORMARE DOCUMENTARĂ
ID	asupra nivelului progresului tehnic pe plan mondial în industria construcțiilor de mașini
	Informări pentru cadre de conducere :
IDCM	Informare documentară în construcția de mașini
IDCM-C	Informare documentară în construcția de mașini-conjunctură
IDCM-E	Informare documentară în construcția de mașini-energie
IDCM-O	Informare documentară în construcția de mașini-organizare
IDCM-PM	Informare documentară pentru protecția muncii
	Informări pentru specialiști :
IDT	Informare documentară în turnătorii
IDTT	Informare documentară pentru tratamente termice
IDPP	Informare documentară pentru prelucrări prin deformare plastică
IDS	Informare documentară pentru sudori
IDPR	Informare documentară pentru prelucrări la rece
IDCC	Informare documentară pentru calitate și control.
IDMK	Informare documentară pentru prognoză și marketing
IDAR	Informare documentară pentru automatizare, robotizare
IDRC	Informare documentară privind reducerea consumurilor de materiale și energie

Simbol	Denumirea seriei
	SINTEZE DOCUMENTARE
	privind nivelul tehnic pe plan mondial în industria construcțiilor de mașini
SID	Noutăți în diverse domenii
	REALIZĂRI ALE UNITĂȚILOR MICM
CE. CO, CTN, CMA, CA	Cataloage de fișe tehnice de produse, tehnologii și mecanizări, automatizări.
PTN, SE, CSSM, RSM,	Realizări deosebite, omologări standarde etc.
CES	Echipamente de sudare
CTO, CT	Produse tipizate, descrieri de tehnologii
	DOCUMENTE NORMATIVE
BI-MICM	Buletinul intern MICM
NT	Normative tehnice
LPCM	Liste de prețuri în construcția de mașini
ITC	Indicatoare tarifare de calificare
NPM	Normative și ghid de protecția muncii în construcția de mașini
	MATERIALE DOCUMENTARE
	în ajutorul proiectării și al producției
	Atlas de forme și dimensiuni ale rosturilor pentru sudare ; Robotica ; Oțeluri tipizate pentru construcția de mașini-indicații practice de utilizare ; Sistemul de asigurare a calității ; Optimizarea unor tehnologii de sudare

CZ : 621.436

Cu privire la performanțele unui motor diesel echipat cu cameră de ardere divizată, prevăzută cu difuzoare de geometrie constantă și variabilă

Ing. Sergiu **BĂLOIU**, dr. ch. Dinu **NISTOR**, ing. Nicolae **GLĂJA**, chim. Iulian **TRANCĂ**, ing. Puiu **TOTHEZAN** — I.N.M.T. București
Prof. dr. ing. Berthold **GRÜNWALD** — Institutul politehnic București

După cum se știe, camera de ardere divizată cu compartiment separat de preardere, a unui motor diesel, prezintă trei avantaje principale : limitează aderea violentă la compartimentul separat, generează o mișcare a fluidului motor de mare energie și încălzește fluidul motor care trece în compartimentul separat, în cursa de comprimare. Se promovează, astfel, arderea difuză în cilindru, care asigură un nivel moderat al pierderilor maxime, cu o diminuare a solicitărilor mecanice, a zgomotelor și trepidațiilor. În plus, inserția caldă de metal și mișcarea intensă a fluidului motor reduc sensibil dependența indicilor de performanță de proprietățile fizico-chimice ale combustibilului.

S-au supus cercetării două camere de ardere cu compartiment separat de preardere, una prevăzută cu difuzor de geometrie constantă, denumită în continuare camera de ardere C, iar a doua, cu un difuzor de geometrie variabilă, denumită camera de ardere V.

Difuzorul cu geometrie variabilă se realizează prin deplasarea unui corp de revoluție de formă tronconică în canalul de legătură dintre compartimentele camerei de ardere, cînd pistonul se apropie de punctul mort interior (de exemplu soluția Pielstick).

Cele două camere de ardere s-au încorporat succesiv, pe același motor monocilindric instrumentat adecvat.

Cercetarea a urmărit, totodată, să stabilească dependența performanțelor motorului echipat cu cele două camere de ardere, de natura combustibilului. În acest scop, motorul a fost alimentat cu doi combustibili sensibil diferiți și anume : motorină tip — 15 A și combustibil diesel-marin (tip DM). Al doilea tip de combustibil are, în raport cu primul, o densitate mai mare (0,847 kg/dm^3 față de 0,829 kg/dm^3) și o vîscozitate mai ridicată (1,518°E față de 1,314°E).

S-au determinat experimental curbele de izoconsum pentru fiecare din cele patru cazuri arătate (figurile 1, 2, 3, 4).

Comparînd curbele de izoconsum ale motorului echipat cu camera de ardere C, alimentat cu cei doi combustibili, se observă (fig. 1, 2) că polul economic este cu 3,5% mai mic cînd motorul funcționează cu combustibilul tip DM (193 față de 200 g/CPh). Totodată, la

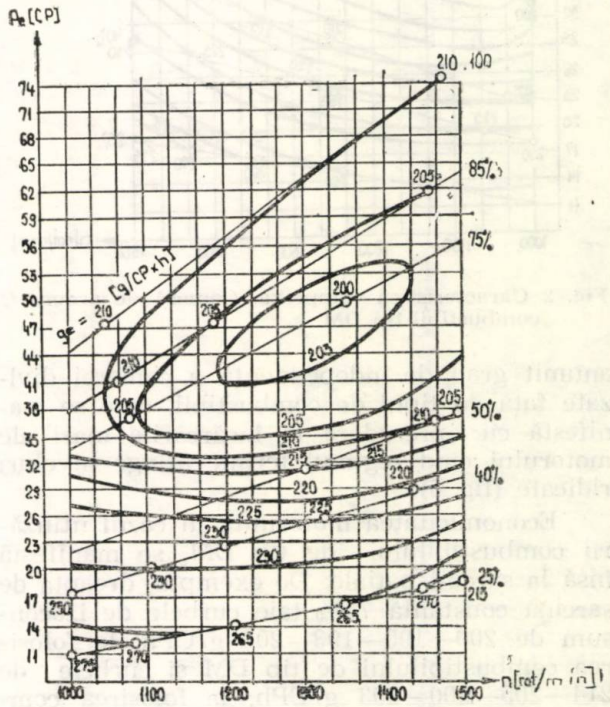


Fig. 1 Caracteristică complexă. Cameră de ardere C, motorină tip — 15 A.

funcționarea motorului cu combustibil tip DM, curbele de izoconsum cu valori reduse acoperă un interval larg de sarcini și turații. Astfel, curba de izoconsum de 203 g/CPh se reproduce pe întregul interval de turații (de la 1000 la 1500 rot/min) și practic, pentru toate sarcinile mai mari decît 60—65%, la utilizarea combustibilului tip DM (fig. 2) ; pentru motorina tip — 15 A aceeași curbă delimitează o arie în limitele de 1150—1450 rot/min și 65—85%.

Se observă că, la plină sarcină, valorile consumului specific de combustibil sînt practic, aceleași, pentru cei doi combustibili — exceptînd turația de 1500 rot/min, unde combustibilul tip DM înregistrează valori mai scăzute cu 5%, ceea ce confirmă faptul că există un

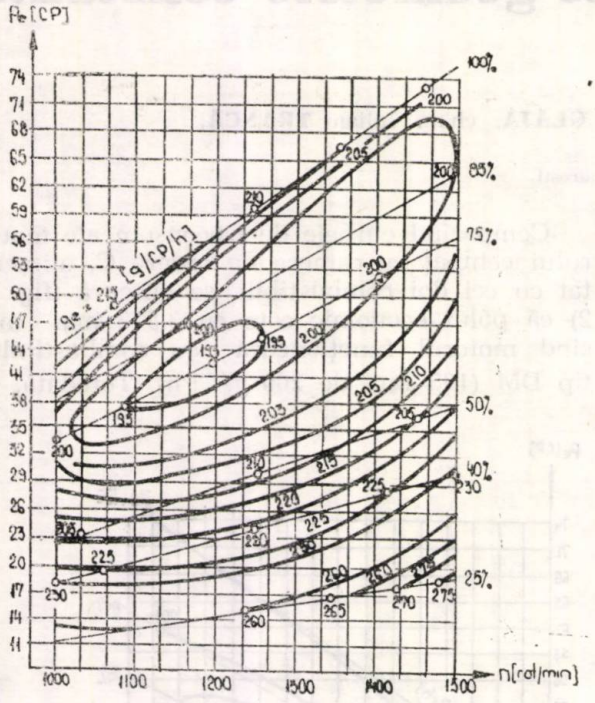


Fig. 2 Caracteristică complexă. Cameră de ardere C. combustibil tip DM.

anumit grad de independență a camerei divizate față de tipul de combustibil, care se manifestă cu precădere la încărcările mari ale motorului cînd regimul termic atinge niveluri ridicate (fig. 5).

Economicitatea motorului, în cazul utilizării combustibilului de tip DM, se manifestă însă la sarcini parțiale. De exemplu, dreapta de sarcină constantă 75% taie curbele de izoconsum de 200—195—193—200 g/CPh, la folosirea combustibilului de tip DM și curbele de 214—205—200—203 g/CPh, la folosirea combustibilului de tip —15 A.

Performanțele mai bune obținute cu combustibilul tip DM la sarcini reduse trebuie puse pe seama vîscozității și densității superioare. Ambele modificări amplifică penetrația jetului și micșorează unghiul de dispersie. Este de presupus că o fracțiune mai mare din doza de combustibil ajunge în zona orificiilor de legătură, în perioada de întîrziere la aprindere, este expulzată în cilindru, suferă o pulverizare mai intensă la trecerea prin orificii, se vaporizează mai repede și se amestecă mai complet cu aerul.

Operația asemănătoare efectuată pe motorul echipat cu camera de ardere V, indică, de asemenea (fig. 3, 4), o reducere a polului economic, practic în același raport la funcționarea

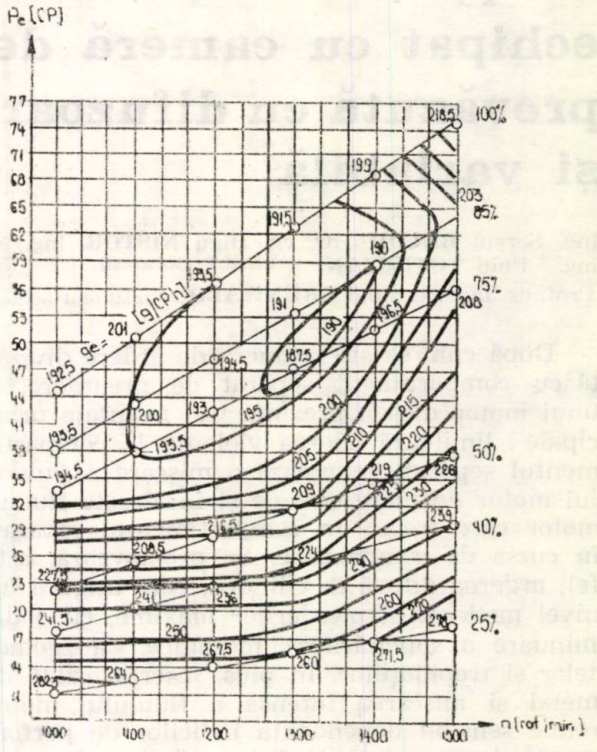


Fig. 3 Caracteristică complexă. Cameră de ardere V, motorină tip — 15 A.

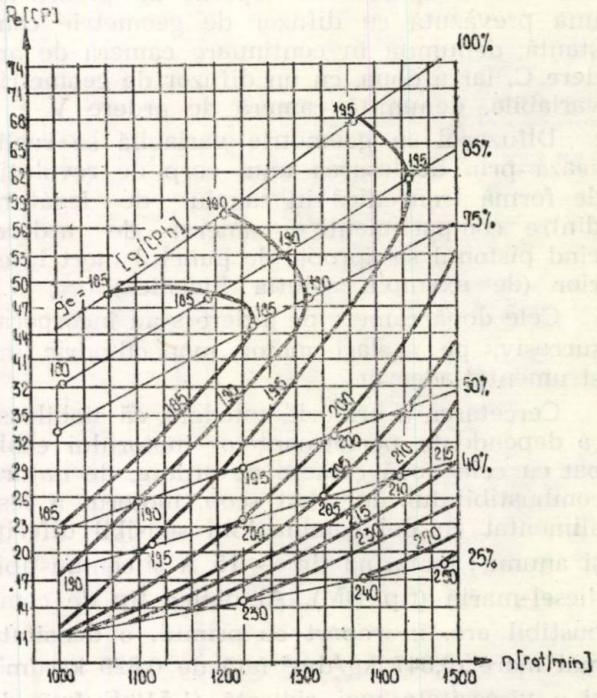


Fig. 4 Caracteristică complexă. Cameră de ardere V, combustibil tip DM.

cu combustibilul tip DM. Interesant de remarcat că și de astădată polul economic se deplasează în domeniul turațiilor mici.

Comparînd curbele de izoconsum pentru cele două camere de ardere, cînd funcționează cu același tip de combustibil, se constată că aproximativ în domeniul 60—100%, camera de ardere V este superioară. Cu o singură excepție, care apare la regimul nominal (turația 1500 rot/min și sarcina 100%), cînd consumul specific este mai mare la camera de ardere V; funcționînd cu motorină tip —15 A (218,5, față de 210 g/CPh) în celelalte regimuri, pe plaja de sarcini menționate, camera de ardere V se prezintă mai avantajoasă. De exemplu, dreapta de sarcină constantă 85% intersectează curbe de izoconsum sub 200 g/CPh, la camera de ardere V și curbe de izoconsum de peste 200 g/CPh, la camera de ardere C. De altfel, polurile economice la camera de ardere V sînt cu 5—6% mai mici.

S-au efectuat măsurări (fig. 5) asupra temperaturii gazelor de evacuare t_{ge} și gradului de fum la sarcină 100% pe întregul interval de turații.

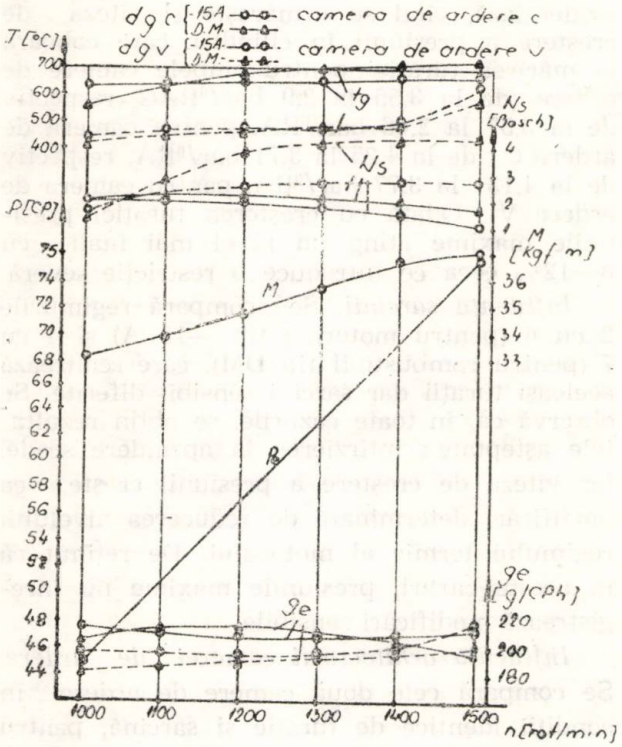


Fig. 5 Caracteristica de turație la sarcină totală. Studiu comparativ a celor două camere de ardere în condițiile funcționării cu doi combustibili diferiți.

La funcționarea cu motorină tip —15 A, temperatura t_{ge} ajunge la 650°C la turația 1500 rot/min pentru ambele camere de ardere, dar gradul de fum este de 3 unități (u) Bosch (B), la camera de ardere V și de la 1 uB la camera de ardere C.

La funcționarea cu combustibil tip DM, temperatura t_{ge} este de 720°C, la camera de ardere C și de 560°C la camera de ardere V, în regim nominal.

Cifrele concordă cu rezultatele indicate de curbele de izoconsum, deoarece camera de ardere V realizează randamente mai ridicate. La camera de ardere V, gradul de fum ajunge la 4 uB, față de 2 uB la camera de ardere C.

Apreciind performanțele globale ale celor două camere de ardere pe caracteristica de turație la sarcină totală (fig. 5) se constată:

— pe domeniul de turații 1000—1400 rot/min consumul specific de combustibil obținut la utilizarea camerei de ardere V este inferior celui obținut prin utilizarea camerei de ardere C cu aproximativ 5%. Se face mențiunea că, utilizînd combustibilul tip DM în camera de ardere V, consumul de combustibil este inferior celui obținut prin utilizarea motorinei —15 A, ceea ce ilustrează calitățile policarburante ale acesteia;

— în același domeniu de turații, temperatura gazelor de evacuare este mai mare cu circa 100°C, în condițiile utilizării camerei de ardere C față de camera V, iar gradul de fum mai mic cu pînă la 2 uB.

S-au determinat parametrii care definesc calitatea procesului de ardere și nivelul solicitărilor mecanice, produse de forța maximă de presiune. Motorul a fost echipat cu traductori de presiune montați în cilindru și compartimentul de volum constant: cu un traductor de cursă pentru precizarea deplasării acului injectorului (fig. 6) și cu un traductor optic

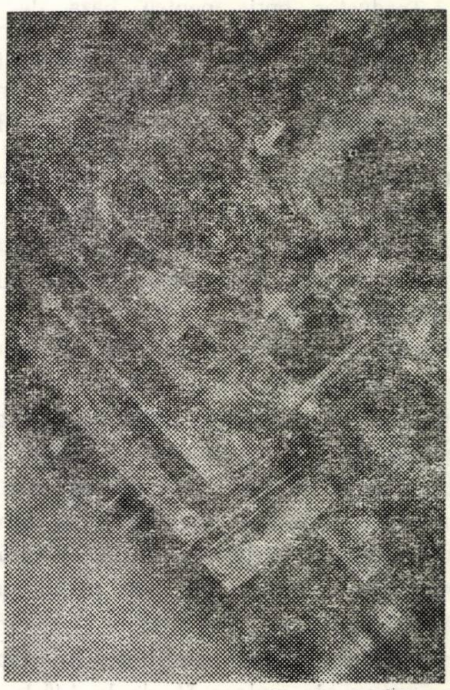


Fig. 6 Instrumentarea chiulasei motorului cu traductor de cursă a acului și traductori de presiune montați în cilindru și antecameră.

pentru baza de timp (fig. 7) ; semnalele au fost vizualizate pe osciloscop și înregistrate simultan pe bandă magnetică. Informația înregistrată a fost prelucrată pe calculatoare Control-Data.

În tabelul 1 sînt definite nouă regimuri de funcționare cercetate, pentru care s-au înregistrat curbele de variație a presiunii în cilindru și în compartimentul de preardere și curba de ridicare a acului injectorului. Pentru

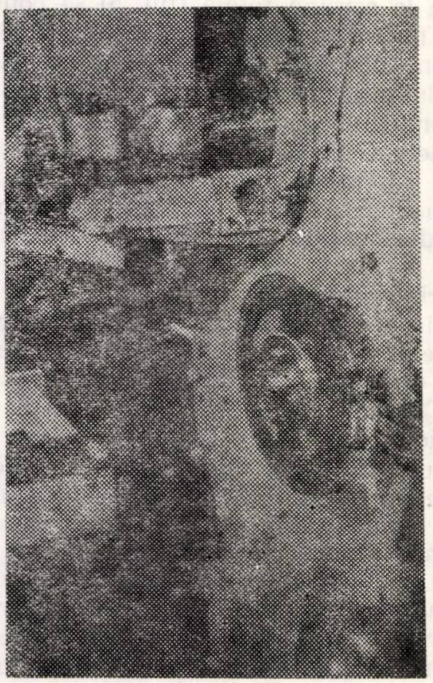


Fig. 7 Traductor optic pentru baza de timp.

fiecare regim s-au determinat parametri caracteristici ai arderii arătați în tabel. Întîrzierea la aprindere s-a determinat suprapunînd de fiecare dată curba de presiune din ciclul fără ardere, peste curbele de presiune din ciclul cu ardere. Informațiile prezentate în tabelul 1 permit evaluarea performanțelor celor două camere de ardere funcționînd cu doi combustibili diferiți.

Influența turației. Comparînd regimurile 1 și 2 sau 3 și 4 (tab. 1), se poate stabili influența turației în condițiile aceleași sarcini pentru același tip de combustibil. Astfel, la mărirea turației de la 1200 la 1500 rot/min, apare o reducere sensibilă a întîrzierii la aprindere (pentru camera de ardere C, de la 12° la 5° RAC, cînd motorul funcționează cu motorină tip —15 A, respectiv, de la 13° la 6° RA, cînd motorul funcționează cu combustibilul tip DM ; pentru camera de ardere V, de la 14° la 9° RA, cînd motorul funcționează cu motorină tip —15 A, respectiv de la 13° la 9° RA, cînd motorul funcționează cu combustibil tip DM). Această dependență este opusă celei care se cunoaște pentru camerele de ardere unitare. Potrivit relației cunoscute dintre unghiul de întîrziere la aprindere la α_a, timpul τ_a/ și turația n ($\alpha_a = 6\ n\ \tau_a$), rezultă că timpul τ_a scade mai repede decît crește turația la camerele divizate. Se interpretează această realitate în sensul că, la o cameră divizată cu compartiment separat de preardere, temperatura fluidului motor din compartimentul separat înregistrează probabil o creștere sensibilă, cu mult mai mare decît la o cameră unitară. Această creștere este provocată de viteza sporită a fluidului motor, la trecerea prin difuzor și de mișcarea a lui mai intensă în compartimentul separat, ceea ce intensifică transferul de căldură de la perete (cu temperatura sporită la turația mai ridicată) la gaz. În plus, gazele reziduale din compartimentul de preardere au un efect mai intens de încălzire prin amestecare, efect determinat de temperatura lor mai ridicată și de ponderea lor mai mare. Camerele încercate posedă astfel rezerve importante în realizarea tendinței de sporire a turației motorului. Aceste rezerve se evidențiază, cînd se urmărește și viteza de creștere a presiunii în cilindru, care coboară la mărirea turației pentru ambele camere de ardere (de la 3,55 la 2,9 bar/°RAC, respectiv de la 3,57 la 2,66 bar/°RA, pentru camera de ardere C ; de la 4,25 la 3,71 bar/°RA, respectiv de la 4,13 la 3,77 bar/°RA, pentru camera de ardere V). Odată cu creșterea turației presiunile maxime ating un nivel mai înalt cu 8—12% ceea ce introduce o restricție severă.

Influența sarcinii. Se compară regimurile 2 cu 6 (pentru motorină tip —15 A) și 4 cu 7 (pentru combustibil tip DM), care realizează aceleași turații dar sarcini sensibil diferite. Se observă că, în toate cazurile, se obțin rezultatele așteptate : întîrzierea la aprindere scade, iar viteza de creștere a presiunii crește, ca modificări determinate de reducerea nivelului regimului termic al motorului. De reținut că în aceste cazuri, presiunile maxime nu înregistrează modificări sensibile.

Influența arhitecturii camerei de ardere. Se compară cele două camere de ardere în condiții identice de turație și sarcină, pentru același tip de combustibil. Aproape în toate regimurile de funcționare, camera de ardere V produce întîrzieri la aprindere mai mari (cu 2—4°RA) și viteze de creștere a presiunii în cilindru mai mari (0,6—1,1 bar/°RA). Arderea decurge probabil mai repede, ceea ce explică randamentele mai bune înregistrate anterior (curbele de izoconsum) pentru camera de ardere V.

Tabel comparativ al parametrilor indicați

TABELUL 1

Regim	Combustibil	n [rot/min] Pme [kgf/cm²]	p_z [kgf/cm²]		α_z [°RA]		$\dot{p}_{max.cil}$ [kgf/cm²·°RA]		α^*_{cil} [°RA]		α_j [°RA]		α_d [°RA]		h_a [mm]		$\Delta\alpha_j$ [°RA]		p_{zo} [kgf/cm²]		α_o [°RA]		$\dot{p}_{max,o}$ [kgf/cm²·°RA]		α^*_o [°RA]		$\Delta\alpha_d$ [°RA]	
			dgc	dgv	dgc	dgv	dgc	dgv	dgc	dgv	dgc	dgv	dgc	dgv	dgc	dgv	dgc	dgv	dgc	dgv	dgc	dgv	dgc	dgv	dgc	dgv	dgc	dgv
1	-15A	n = 1200 Pme = 9,65	80,67	85,92	362	365	3,55	4,25	360	354	345	340	356	354	0,88	0,73	345÷376 (31)	340÷379 (39)	79,29	88,68	366	368	4,36	4,29	355	353	12	14
2	-15A	n = 1500 Pme = 10,34	104,22	94,78	367	363	2,9	3,71	364	359	347	344	351	353	1,11	0,838	346÷377 (31)	342÷387 (45)	100,59	102,32	369	368	4,18	3,4	356	357	5	9
3	D.M.	n = 1200 Pme = 9,65	78,53	86,5	363	365	3,57	4,13	359	355	344	340	356	353	0,88	0,96	344÷377 (33)	340÷378 (38)	76,72	89,55	367	368	4,02	4,0	354	353	13	13
4	D.M.	n = 1500 Pme = 10,34	99,39	99,25	367	370	2,66	3,77	361	359	346	343	351	353	1,03	0,84	346÷382 (36)	343÷388 (45)	95,21	103,32	369	370	4,27	3,66	354	355	6	10
5	D.M.	n = 1200 Pme = 12,41	97,78	103,17	365	364	3,90	4,22	358	354	342	340	355	352	0,9	0,74	343÷376 (33)	340÷378 (38)	99,98	107,36	373	368	4,62	4,94	354	352	13	12
6	-15A	n = 1500 Pme = 6,21	102,36		367		4,35		364		347		353		0,99		346÷372 (26)	342÷378 (34)	108,76		369		5,41		355		7	
8	D.M.		107,35*		367*		5,30*		360*																			
9	D.M.		1495*		369*		13,34*		356*																			
6	-15A					370		4,06		359		342		353		0,805				107,95		369		3,85		353		11
7	D.M.	n = 1500 Pme = 6,21	100,7	104,57	366	370	3,57	4,12	363	359	345	343	354	356	0,9	0,75	346÷373 (27)	343÷379 (36)	105,12	109,03	370	370	4,92	4,2	354	355	9	13

dgc = difuzor cu geometrie constantă dgv = difuzor cu geometrie variabilă

Pentru a completa analiza comparativă a celor două camere de ardere, în figurile 8, 9, 10, 11 s-au reprodus curbele de presiune și de ridicare a acului la două regimuri diferite.

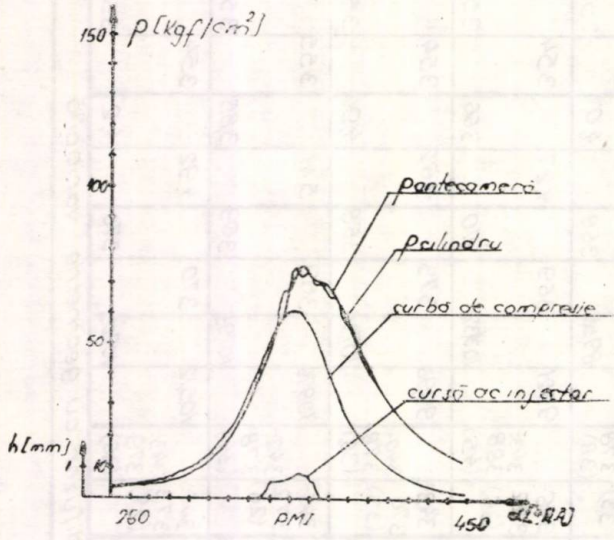


Fig. 8 Diagramă indicată ridicată din camera de ardere C (d.g.c.) — regim 1.

Se observă că la camera de ardere V, căderea de presiune între cilindru și compartimentul separat în procesul de comprimare este mai mică, ceea ce ilustrează o reducere a consumului de energie pentru deplasarea fluidului motor dintr-un compartiment al camerei de ardere în celălalt. De remarcat, că și presiunile maxime în cilindru sînt mai mari la camera de ardere V, cu implicații directe pentru reducerea arderii moderate și creșterea randamentului. Diagramele de presiune expli-

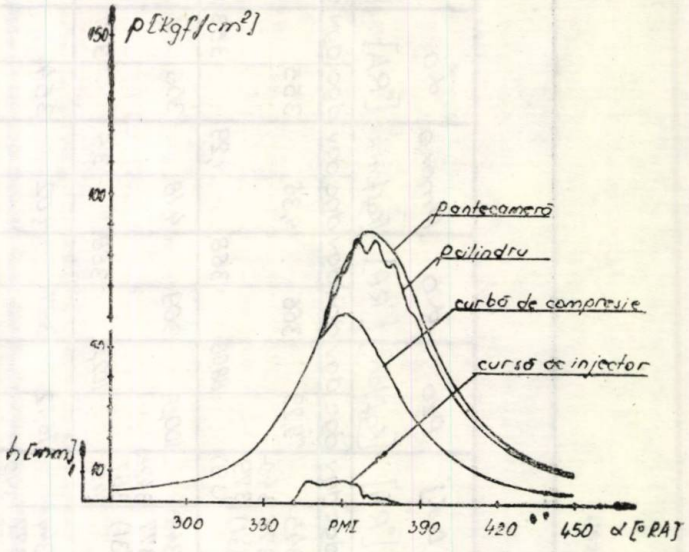


Fig. 9 Diagramă indicată ridicată din camera de ardere V (d.g.v.) — regim 1.

că la rîndul lor economicitatea mai mare care a fost înregistrată la camera de ardere în V.

Pornind de la aceste rezultate, se desprinde concluzia că **reducerea consumului de energie la deplasarea fluidului motor între comparti-**

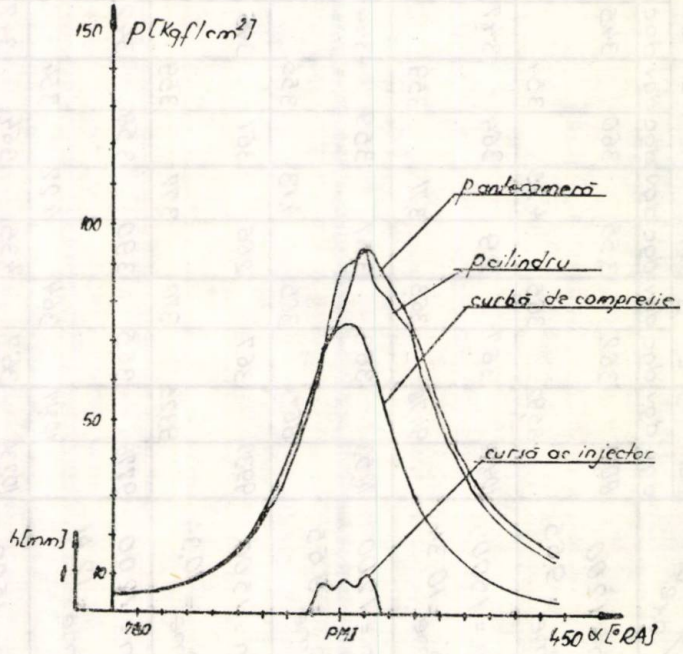


Fig. 10 Diagramă indicată ridicată din camera de ardere C (d.g.c.) — regim 2.

mentele camerei de ardere reprezintă o cale sigură de perfecționare a motorului. Se adaugă în plus faptul că vitezele de curgere prin di-

fuzorul de legătură fiind mai mici, transferul convectiv de căldură se reduce și permite ameliorarea randamentului.

Extinderea gamei de utilizare a produselor petroliere convenționale în condițiile menținerii fiabilității și a îmbunătățirii economici-

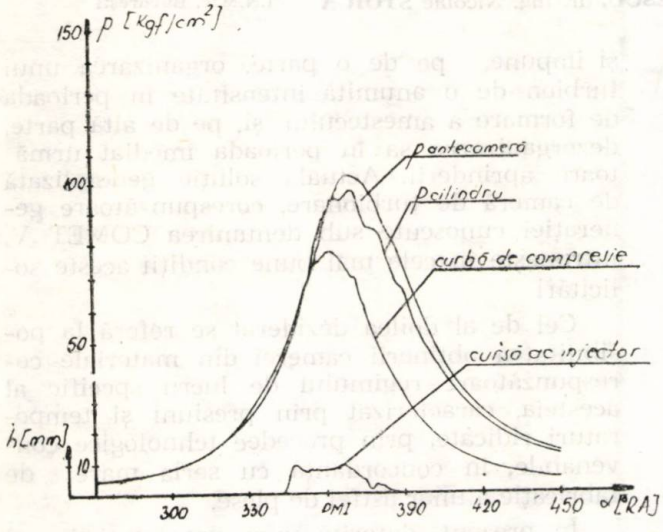


Fig. 11 Diagramă indicată ridicată din camera de ardere V (d.g.v.) — regim 2.

tății presupune investigarea unor tipuri de camere de ardere noi, la care să se micșoreze pierderile termogazodinamice din timpul funcționării permițînd astfel creșterea randamentului pe ciclu.

Concluzii

1. Camera de ardere V este sensibil superioară în ceea ce privește economicitatea, în zona turațiilor de 1000—1400 rot/min și în domeniul sarcinilor de aproximativ 50—100% (poluri economice mai reduse și curbe de izoconsum mai convenabile), atît în cazul utilizării motorinei tip — 15 A, cît și a combustibilului tip DM (diesel-marin). Temperatura gazelor de evacuare înregistrează valori cu 100—150°C mai mici (utilizînd combustibil tip DM), decît în cazul camerei de ardere C, iar gradul de fum prezintă creșteri acceptabile.

2. Camera de ardere V are calități policarburante superioare camerei de ardere C.

3. Camera de ardere V produce, în regim nominal, un grad de fum relativ mai ridicat, iar consumurile specifice de combustibil ating valori superioare celor înregistrate la turații și sarcini mai mici. Este necesar probabil să se micșoreze secțiunea minimă a canalului de legătură în vederea sporirii energiei cinetice a jeturilor de gaze de ardere expulzate din compartimentul separat. O asemenea modificare ar ameliora performanțele și în regimul nominal de funcționare.

Notații

d.g.c. — cameră de ardere C (difuzor cu geometrie constantă) ;

d.g.v. — cameră de ardere V (difuzor cu geometrie variabilă) ;

p_z/p_A — presiunea maximă în cilindru/antecameră ;

α_z/α_{za} — momentul pe ciclu al presiunii maxime p_z/p_{za} ;

p_{max}, cil/a — viteza maximă de creștere a presiunii în ; cilindru/antecameră ;

$\alpha_{cil/a}$ — momentul pe ciclu al vitezei maxime de creștere a presiunii în cilindru/antecameră ;

α_j — momentul declanșării injecției ;

α_d — momentul declanșării arderii rapide ;

h_a — înălțimea de ridicare a acului ;

$\Delta\alpha_j$ — durata injecției ;

$\Delta\alpha_d$ — întîrzierea la declanșarea arderii rapide (autoaprindere) în cilindru.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Grünwald, B.* : Calculul și construcția motoarelor pentru autovehicule rutiere. Editura didactică și pedagogică, București, 1980.

[2] *Băloiu, S.* : Cameră de ardere divizată. Brevet de invenție Nr. 76.427 — ianuarie 1981.

[3] *Băloiu, S., Dinu, N.* : Cameră de ardere divizată avînd caracter intermitent, destinată motoarelor diesel supraalimentate ce funcționează cu combustibili grei, Construcția de mașini, nr. 4, 1982.

[4] *Băloiu, S., Grünwald, B., Dinu, N., Luța, L., Tothezan, P.* : Preocupări privind corelația dintre motorul cu aprindere prin compresie, de putere medie, supraalimentat, și combustibilul diesel-marin, Construcția de mașini, nr. 2—3, 1983.

CZ : 621.431

Calculul geometriei unei camere de turbionare tip COMET V

Ing. Radu **ALBOTEANU**, dr. ing. Lucian **TEODORESCU**, dr. ing. Nicolae **STOICA** — I.N.M.T. Bucureşti

Introducere

Efortul general de reducere a consumului de combustibil şi a poluării şi-a găsit, în domeniul atît de răspîndit al motoarelor cu ardere internă, un corespondent de strictă actualitate — programul de diselizare — modalitate potenţială de soluţionare, într-o anumită măsură, a celor două obiective.

În esenţă, abordarea acestui program, care solicită din partea specialiştilor rezolvarea unor numeroase probleme de ordin tehnic, implică transpunerea, la cerinţele actuale impuse performanţelor motoarelor moderne cu ardere internă, a unor soluţii de motoare cu aprindere prin comprimare clasice, a căror reevaluare şi perfecţionare devine, prin urmare, necesară. Un exemplu concret, în acest sens, îl constituie răspîndirea, accentuată în ultimul deceniu, la motoarele rapide de autoturisme, domeniu tipic de utilizare a motoarelor cu aprindere prin scînteie, a motoarelor diesel cu cameră de turbionare tip COMET V.

Fără a fi o soluţie definitivă, actualul interes de care se bucură motoarele cu cameră de turbionare în cadrul utilizării pe autoturisme se datorează, fără îndoială, numeroaselor avantaje pe care le conferă, cu toate că încercările recente de adoptare a injecţiei directe, (ceea ce conduce la posibilităţi sporite de reducere a consumului) se bucură de rezultate promiţătoare.

Pornind de la aceste premize, încercările de aplicare în practică a acestei soluţii constructive, prin proiectarea unui motor pentru autoturisme, a avut (ca unul din punctele de plecare) precizarea elementelor geometrice ce definesc camera de turbionare.

Consideraţii generale

Este cunoscut faptul că forma şi dimensiunile camerei de turbionare influenţează decisiv procesul de formare a turbionului. Din acest motiv, determinarea corespunzătoare a elementelor ce definesc geometria unei astfel de camere de ardere reprezintă o necesitate strîns legată de obţinerea unor parametri funcţionali superiori ai motoarelor echipate cu acest tip de camere.

Definirea geometriei camerei de turbionare trebuie să îmbine simultan două deziderate. Primul este legat de considerente funcţionale şi impune, pe de o parte, organizarea unui turbion de o anumită intensitate în perioada de formare a amestecului şi, pe de altă parte, dezorganizarea sa în perioada imediat următoare aprinderii. Actuala soluţie generalizată de cameră de turbionare, corespunzătoare generaţiei cunoscute sub denumirea COMET V, întruneşte în cele mai bune condiţii aceste solicitări.

Cel de al doilea deziderat se referă la posibilitatea obţinerii camerei din materiale corespunzătoare regimului de lucru specific al acesteia, caracterizat prin presiuni şi temperaturi ridicate, prin procedee tehnologice convenabile, în concordanţă cu seria mare de fabricaţie a unor astfel de piese.

În prezent, datorită unor date statistice şi a unor rezultate de cercetare oferite de literatura de specialitate, proiectarea unei astfel de camere este principial posibilă, dar geometria sa optimă nu se poate obţine decît printr-un amplu program de cercetare pe motoare de acest tip. Pentru aceasta, trebuie stabilită legea după care generarea camerei se poate realiza astfel încît să satisfacă cele două cerinţe anterior formulate. În acest scop se porneşte de la elementele şi dimensiunile susceptibile a defini camera (de exemplu, volumul total, secţiunea şi înclinarea canalului de transfer etc.), date ce se pot obţine-pentru început — prin aplicarea unor criterii de similitudine geometrice şi funcţionale, ultimele putînd fi prezise pe baza unor modele matematice.

Elementele geometrice ale camerei de turbionare

Sub aspect geometric, camera de turbionare cuprinde patru porţiuni distincte, aşa cum se poate urmări şi în figura 1, avînd următoarele particularităţi :

— zona superioară **1** este teoretic o emisferă ;

— zona intermediară **2**, pe care o vom numi volum de compensare, este un cilindru circular drept ;

— zona inferioară a camerei propriu-zise **3**, constituind semicamera inferioară, are o formă specială ce se caracterizează prin existenţa unei apalatisări spre baza camerei şi necesită o definire matematică mai dificilă ;

— zona de legătură dintre camera de turbionare și cilindru 4, denumită canal de transfer, este un cilindru oblic avînd baza o suprafață al cărei contur se poate defini matematic.

Soluțiile constructive generalizate în prezent prevăd obținerea semicamerei superioare (zona 1 și 2), prin prelucrarea direct a chiula-

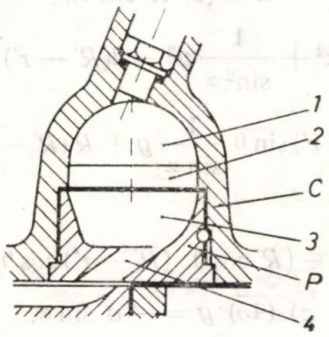


Fig. 1 Secțiune longitudinală printr-o cameră tip COMET V.

sei (notată cu C în fig. 1). Semicamera inferioară și canalul de transfer sînt constituite prin construcția corespunzătoare a unei piese (notată cu P în fig. 1), care se montează în chiulasă într-o poziție fixă, asigurată împotriva rotirii cu ajutorul unei bile, piesă ce este parțial acoperită de carter.

Se poate constata cu ușurință că, în ceea ce privește tehnologia de obținere a camerei de turbionare, singurele probleme dificile apar la obținerea semicamerei inferioare și a canalului de transfer. Acesta este motivul pentru care se impune, în primul rînd, precizarea modului de generare a acestor elemente constitutive ale camerei de turbionare, în vederea stabilirii posibilității de execuție a formelor geometrice.

Analizînd particularitățile geometrice ale camerei de turbionare se poate trasa un profil longitudinal al acesteia, așa cum este prezentat în figura 2. Pe baza elementelor geometrice ce definesc acest profil, s-a procedat la elaborarea unui program de calcul complex care să asigure, atît pentru cercetarea ulterioară cît și pentru proiectare, date concrete de dimensionare în vederea realizării fizice a camerelor.

Modul de generare a semicamerei inferioare

Legea de bază referitoare la generarea suprafeței semicamerei inferioare constă în aceea că această suprafață este locul geometric al unor cercuri, care se deplasează paralel cu ele însele, sprijinindu-se simultan pe o dreaptă și un arc de cerc, situate în același plan cu centrele cercurilor de generare. Această lege presupune cu necesitate că centrele cercurilor se află pe o curbă, a cărei ecuație se poate determina, iar razele lor sînt de valoare continuu scăzătoare de la partea superioară spre cea inferioară a camerei. Această problemă de

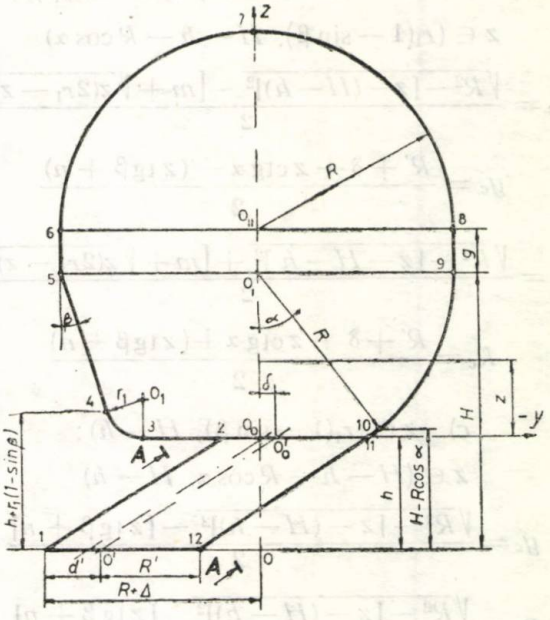


Fig. 2 Elementele geometrice de definire a profilului unei camere tip COMET V.

loc geometric se poate urmări în figura 3, în care y_c și R_c reprezintă abscisa centrului și respectiv raza cercului generator.

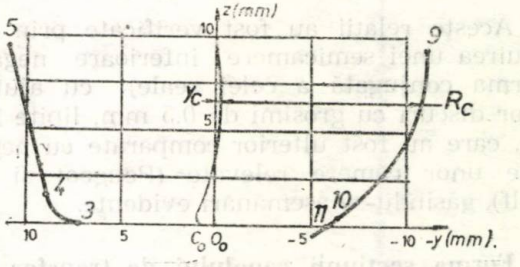


Fig. 3 Modul de generare a semicamerei inferioare.

Ținînd seama că în realitate, față de schematizarea făcută, dreapta 54 se continuă cu un arc de cerc 43 (corespunzător racordării spre aplatisarea camerei) și că arcul 910 se continuă cu o dreaptă 1011, ecuațiile de definire a celor două elemente pe diferitele domenii ale camerei cuprinse între planele ce trec prin 0_0 și 0_1 sînt :

dacă $z_{10} < z_1$; iar dacă $z_1 < z_{10}$

a) $z \in (O,\ H - h - R\cos\alpha)$

$$z \in (0, r_1(1 - \sin\beta))$$

$$y_c = \frac{R' + \delta + z\,\mathrm{ctg}\,\alpha - [m + \sqrt{z(2r_1 - z)}]}{2}$$

$$R_c = \frac{R' + \delta + z\,\mathrm{ctg}\,\alpha + m + \sqrt{z(2r_1 - z)}}{2}$$

b) $z \in (H - h - R\cos\alpha,\ r_1(1 - \sin\beta))$;

$z \in (r_1(1 - \sin\beta),\ H - h - R\cos\alpha)$

$$y_c = \frac{\sqrt{R^2 - [z - (H - h)]^2} - [m + \sqrt{z(2r_1 - z)}]}{2};$$

$$y_c = \frac{R' + \delta + z\,\mathrm{ctg}\,\alpha - (z\,\mathrm{tg}\,\beta + n)}{2}$$

$$R_c = \frac{\sqrt{R^2 - [z - H - h]^2} + [m + \sqrt{z(2r_1 - z)}]}{2};$$

$$R_c = \frac{R' + \delta + z\,\mathrm{ctg}\,\alpha + (z\,\mathrm{tg}\,\beta + n)}{2}$$

c) $z \in (r_1(1 - \sin\beta),\ H - h)$;

$z \in (H - h - R\cos\alpha,\ H - h)$

$$y_c = \frac{\sqrt{R^2 - [z - (H - h)]^2} - [z\,\mathrm{tg}\,\beta + n]}{2}$$

$$R_c = \frac{\sqrt{R^2 - [z - (H - h)]^2} + [z\,\mathrm{tg}\,\beta + n]}{2}$$

unde :

$$m = R - (H - h - r_1)\,\mathrm{tg}\,\beta - \frac{r_1}{\cos\beta}$$

$$n = R - (H - h)\,\mathrm{tg}\beta$$

Aceste relații au fost verificate prin construirea unei semicamere inferioare negative (forma conjugată a celei reale) cu ajutorul unor discuri cu grosimi de 0,5 mm, lipite între ele, care au fost ulterior comparate cu negativele unor camere relevate (Peugeot și VW Golf), găsindu-se asemănări evidente.

Forma secțiunii canalului de transfer

Urmărind figura 2, se poate constata că forma geometrică a secțiunii canalului de transfer trebuie să asigure preluarea celor două elemente ce caracterizează semicamera inferioară și anume existența aplatisării, pe de o parte, iar pe de altă parte forma sferică cu care se intersectează, în condițiile în care generatoarea 1112 a canalului este tangentă la arcul de cerc 910.

În aceste condiții, o secțiune A—A prin canalul de transfer va arăta ca în figura 4, în care cu linie subțire este prezentat conturul secțiunii într-un plan rabătut cu unghiul α față de planul transversal, deci într-un plan paralel cu suprafața de așezare (suprafața de debușare). Cu ajutorul dimensiunilor de referință înscrise pe desen se pot scrie ecuațiile de definire a conturului secțiunii transversale astfel :

a) $\widehat{(123)}$ $x^2 + \frac{1}{\sin^2\alpha}y^2 - R'^2 = 0,$

pentru

$$x \in (0,\ R'\cos\theta),$$

b) $\widehat{(34)}$ $x^2 + \frac{1}{\sin^2\alpha}y^2 - 2(R' - r')\cos\theta\, x +$

$$+ 2(R' - r')\sin\theta\frac{1}{\sin\alpha}y + R'(R' - 2r') = 0,$$

pentru

$$x \in (R'\cos\theta,\ (R' - r')\cos\theta),$$

c) $\overline{(45)}$ $y = -d'\sin\alpha,$

pentru

$$x \in ((R' - r')\cos\theta,\ 0)$$

Suprafața secțiunii transversale a canalului de transfer se poate determina cu relația :

$$S = \left\{\frac{\pi}{2}(R'^2 + r'^2) + (R' - r')[(R' + r')\theta^{(\mathrm{rad})} + (d' + r')\cos\theta]\right\}\sin\alpha,$$

unde :

$$\theta = \arcsin\frac{d' - r'}{R' - r'}$$

Se poate constata cu ușurință că, din rațiuni constructive, valoarea maximă a lui R' nu poate depăși valoarea corespunzătoare distanței $C_0 11$ (din fig. 3). Practic R' reprezintă o

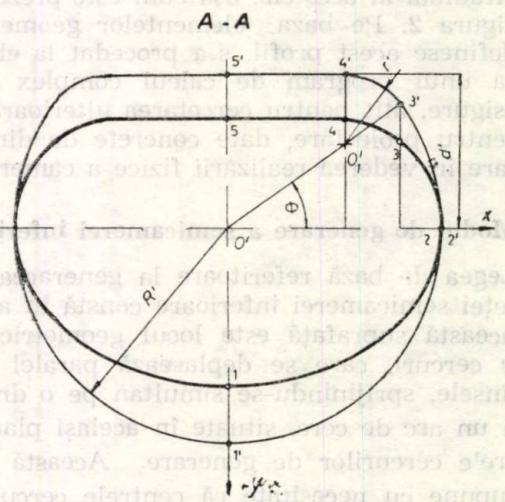


Fig. 4 Secțiune prin canalul de transfer.

dimensiune de bază a camerei de turbionare, valoarea sa rezultînd în urma stabilirii valorii suprafeței secțiunii de trecere a canalului de transfer. Valorile actuale uzuale ale acesteia sînt de circa 1% din suprafața pistonului.

Rezultate de calcul și interpretarea lor

Realizarea programului de calcul de care am amintit, cu atît mai mult cu cît acesta a fost adaptat pentru un calculator de birou de tip HP-97, a dat posibilitatea analizării într-un interval de timp scurt a unui număr foarte mare de variante. Pe baza acestui program se poate proceda la realizarea cîtorva variante, cu scopul analizei influenței unor factori constructivi asupra comportării motorului, în vederea optimizării acestor camere.

În principal, rezultatele pe care le oferă calculul se referă la toți parametrii geometrici ce definesc camera, atribuindu-le valori în limitele unor condiții inițial impuse, cum ar fi: secțiunea canalului de transfer, volumul total al camerei de turbionare, interdepența valorică a unor elemente din geometria canalului de transfer și a camerei propriu-zise.

Din punct de vedere geometric, se poate face observația că, pentru un anumit volum și o anumită suprafață de trecere, există o multitudine de soluții de camere. Din acest motiv, pentru a se putea face o comparare a unui anumit tip de cameră pe diverse soluții, care să corespundă în cele mai bune condiții unor deziderate legate de funcționare și gabarite, a fost necesară introducerea unor condiții restrictive. În acest mod a apărut camera de tip „0", la care se consideră că axa geometrică a canalului de transfer $0'0_0'$ intersectează axa camerei propriu-zise în punctul de conjugare, iar extremitatea canalului de transfer din secțiunea de debușare (punctul 1) se află la o distanță de axa camerei egală cu raza acesteia R (acest lucru se traduce prin $\Delta = 0$, $\delta = 0$ în fig. 2).

Punctul de plecare în alegerea unei astfel de camere îl constituie precizarea secțiunii și înclinării canalului de transfer, în funcție de care se determină suprafața secțiunii de debușare, care, pe lîngă faptul că oferă posibilitatea analizării modului de amplasare a camerei în chiulasă, poate oferi și unele elemente de construcție rezultate pe baza unor conside-

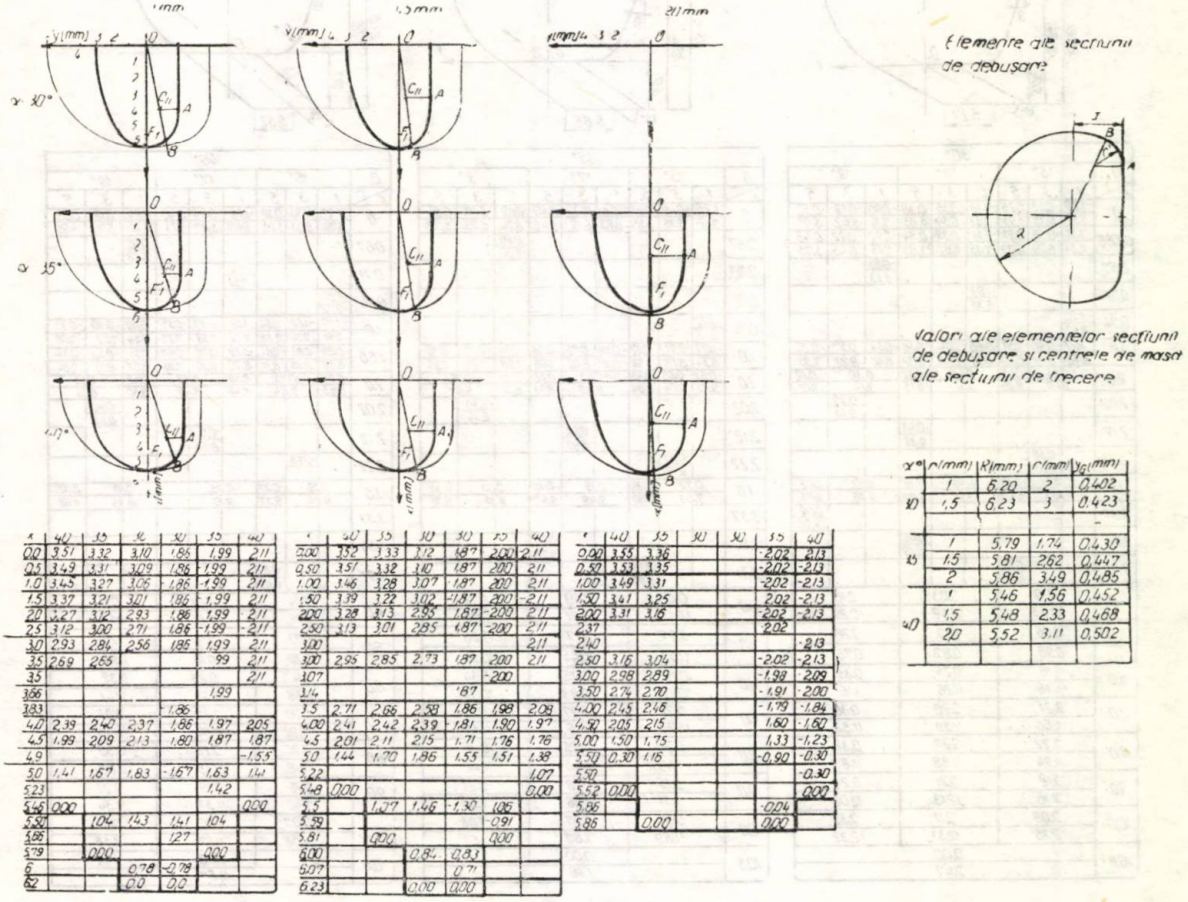


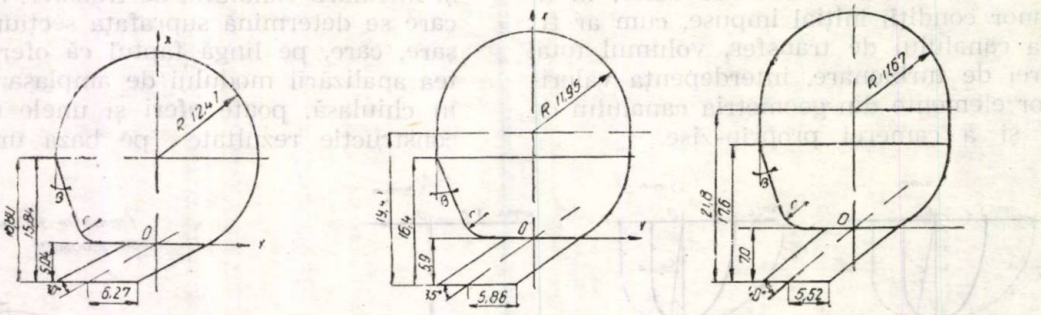
Fig. 5 Diferite variante de secțiuni de trecere $1^1/_8$ pentru cilindri cu alezaj de 81 mm.

rente de geometrie. În cazul unor secțiuni 1%, pentru un cilindru cu alezaj de 81 mm, în figura 5 sînt prezentate cîteva variante de secțiuni funcție de înclinarea canalului și raza de racordare r', ale căror coordonate sînt date tabelar. Este evident că o secțiune dorită, alta decît cele precizate, dar aflîndu-se în cîmpul respectiv de valori, se poate determina cu destulă precizie prin interpolare.

Analizînd cu atenție posibilitățile de generare a contururilor din figura 5, sa desprind următoarele observații referitoare la posibilitățile tehnologice de obținere a canalelor. Astfel, dacă se pune problema realizării negativului canalului, pentru obținerea unui model pentru matriță, execuția sa nu ridică nici o problemă. Dacă, însă, se încearcă realizarea directă a canalului prin prelucrări mecanice, implicațiile tehnice limitează mult această posibilitate, cu atît mai mult cu cît înclinarea canalului are valori pentru α mai mici. În acest sens se poate constata că la unghiul $\alpha = 30°$, pentru generarea interioară a suprafeței canalului nu poate fi utilizată o freză cilindrică cu un diametru mai mare de 3 mm.

Legat de canalul de transfer mai este de semnalat un aspect interesant, evidențiat tot prin calcul, referitor la implicațiile abaterilor dimensionale asupra supafeței de trecere. Se constată că pentru variații acceptabile ale acesteia de sub 5%, abaterile dimensionale se pot situa în limite de $+0{,}1$ mm, ceea ce ar corespunde, în cazul obținerii prin turnare, clasei de precizie 1 conform STAS 1592/2-74.

Odată definită forma secțiunii de trecere, se poate preciza geometria camerei de turbionare. În figura 6 sînt prezentate diferite variante de camere tip „0" cu un volum de 9 cm³, co-



β	15°			17°			19°		
K / C	1	3	5	1	3	5	1	3	5
0	-1,19 / 7,52	0,52 / 8,71	0,25 / 5,93	-1,10 / 7,33	-0,36 / 6,59	0,38 / 5,85	-0,90 / 7,14	-0,18 / 6,47	0,52 / 5,71
0,0006	-1,31 / 7,54	0,55 / 6,79	0,21 / 6,03	1,11 / 7,35	-0,39 / 6,62	0,34 / 5,89	-0,92 / 7,15	-0,22 / 6,45	0,48 / 5,75
0,67							-0,85 / 8,13		
0,71				-1,03 / 8,35					
0,74	-1,20 / 8,57								
1,0	-1,07 / 8,78	-0,90 / 8,61	0,51 / 8,23	-0,86 / 8,59	-0,74 / 8,45	0,38 / 8,09	-0,69 / 8,40	0,57 / 8,28	0,24 / 7,95
2,0	-0,64 / 9,47		0,43 / 9,29	0,47 / 9,31		-0,32 / 9,15	0,30 / 9,14		0,17 / 9,01
2,02								-0,29 / 9,15	
2,12						0,43 / 9,39			
2,22		0,56 / 9,61							
3,0	-0,33 / 10,15		-0,38 / 10,08	0,13 / 9,91	-0,15 / 9,83		0,03 / 9,76		0,02 / 9,75
3,37									0,05 / 9,96
3,54						-0,05 / 10,19			
3,71			-0,16 / 10,41						
4,0	0,10 / 10,53			0,03 / 10,42			0,16 / 10,29		
5,0	0,06 / 10,98			0,17 / 10,87			0,28 / 10,76		
6,0	0,16 / 11,36			0,25 / 11,26			0,35 / 11,16		
7,0	0,21 / 11,66			0,28 / 11,59			0,36 / 11,52		
8,0	0,22 / 11,94			0,27 / 11,88			0,32 / 11,83		
9,0	0,18 / 12,16			0,21 / 12,13			0,24 / 12,09		
10,0	0,09 / 12,35			0,11 / 12,33			0,12 / 12,32		
10,8				0,00 / 12,47					

β	15°			17°			19°		
K / C	1	3	5	1	3	5	1	3	5
0	1,26 / 7,12	0,48 / 6,35	0,27 / 5,58	1,08 / 6,93	0,34 / 6,19	0,40 / 5,45	0,65 / 6,74	0,17 / 6,03	0,34 / 5,32
0,67							0,85 / 7,70		
0,70									
0,71									
0,74	1,22 / 8,13								
1,0	1,07 / 8,34	0,91 / 8,17	0,52 / 7,79	0,89 / 8,16	0,75 / 8,02	0,39 / 7,66	0,71 / 7,98	0,18 / 7,99	0,70 / 7,99
2,0	0,83 / 9,05	0,63 / 9,04	0,43 / 8,86	0,47 / 8,89		0,32 / 8,73	0,31 / 8,72	0,16 / 8,87	
2,02								0,30 / 8,74	
2,12					0,43 / 8,97				
2,22		0,55 / 9,19							
3,0	0,32 / 9,63		0,29 / 9,60	0,18 / 9,49		0,16 / 9,47	0,03 / 9,35		0,38 / 9,26
3,37									
3,54						0,05 / 9,78			
3,71			0,15 / 9,99						
4,0	0,09 / 10,13			0,03 / 10,01			0,16 / 9,88		
5,0	0,07 / 10,55			0,17 / 10,45			0,28 / 10,34		
6,0	0,16 / 10,92			0,25 / 10,83			0,34 / 10,75		
7,0	0,21 / 11,23			0,27 / 11,16			0,34 / 11,10		
8,0	0,20 / 11,49			0,25 / 11,45			0,30 / 11,40		
9,0	0,15 / 11,71			0,18 / 11,66			0,21 / 11,65		
10,0	0,06 / 11,89			0,07 / 11,88			0,08 / 11,67		
10,5				0,00 / 11,96					

β	15°			17°			19°		
K / C	1	3	5	1	3	5	1	3	5
0	-1,27 / 6,70	-0,50 / 6,03	0,26 / 5,26	-1,08 / 6,87	-0,34 / 5,67	0,40 / 4,73	0,80 / 5,47	-0,18 / 5,70	0,53 / 4,99
0,67							-0,95 / 7,29		
0,71				-1,14 / 7,51					
0,74	-1,31 / 7,72								
1,0	-1,19 / 7,91	-1,02 / 7,74	0,64 / 7,35	-1,01 / 7,72	-0,67 / 7,58	-0,51 / 7,22	-0,82 / 7,54	-0,70 / 7,42	-0,37 / 7,09
1,66	-0,89 / 8,39	-0,86 / 8,36	-0,61 / 8,11	-0,72 / 8,22	-0,70 / 8,20	0,47 / 7,98	-0,55 / 8,05	-0,53 / 8,03	-0,34 / 7,84
2,0	-0,74 / 8,63	-0,73 / 8,64		-0,59 / 8,48	-0,57 / 8,47		-0,41 / 8,30	-0,53 / 8,03	
2,02								-0,40 / 8,32	
2,12					-0,53 / 8,55				
2,22		-0,65 /							
3,0	-0,39 / 8,24		-0,27 / 9,37	-0,25 / 9,10			-0,10 / 8,95		0,02 / 9,09
3,37									
3,54									
3,71			-0,20 / 9,62						-0,01 / 9,17
4,0		0,14 / 9,76			0,01 / 9,64			0,11 / 9,51	
5,0		0,03 / 10,20			0,14 / 10,10			0,25 / 9,99	
6,0		0,14 / 10,58			0,23 / 10,49			0,32 / 10,41	
7,0		0,20 / 10,90			0,27 / 10,84			0,34 / 10,77	
8,0		0,20 / 11,18			0,25 / 11,13			0,30 / 11,08	
9,0		0,16 / 11,40			0,19 / 11,37			0,22 / 11,34	
10,0		0,07 / 11,58			0,00 / 11,57			0,10 / 11,56	
10,6					0,00 / 11,67				

Tab. Valorile ce corespund ordonatelor (sînt centrele sus și razele jos) cercurilor de generare

Fig. 6 Diferite variante de camere de turbionare tip „0" cu volum de 9 mm³ și secțiuni 1% pentru alezaj 81 mm.

respunzătoare unor secțiuni 1%, construite pentru valoarea cea mai mare a lui R', pentru diferite înclinări ale canalului de transfer și pentru diferite înclinații ale peretului de deformare a turbionului.

Toate variantele prezentate reprezintă soluții geometrice distincte, create pe baza unor criterii geometrice de similitudine. Dintre acestea, pe baza criteriilor de similitudine funcțională, sînt de ales acele variante care se apropie cel mai bine de solicitările impuse și care vor constitui subiectul încercărilor pe motor.

Din analiza tabelelor prezentate în figura 6, este de reținut faptul că prin impunerea unor anumite dimensiuni se pot obține modificări importante ale geometriei întregii camere. Concluzia care se desprinde de aici arată clar că arhitectura camerei de turbionare, fiind strîns legată de amplasarea sa în chiulasă, trebuie judicios analizată încă din faza de proiectare a motorului, orice modificare ulterioară trăgînd după sine o serie de neajunsuri care pot viza reproiectarea unor subansamble principale ale motorului.

Analizînd influența abaterilor dimensionale asupra menținerii nealterate a condițiilor funcționale s-au tras unele concluzii interesante. Astfel, pentru un anumit motor, dacă abaterile referitoare numai la camera propriu-zisă nu depășesc $\pm 0{,}1$ mm, modificările introduse sînt neesențiale. Dacă, însă, se ia în discuție lanțul de toleranțe generat de organele mobile ale motorului, care influențează raportul de compresie și prin urmare volumul camerei de ardere, se constată că, la valori ale acestuia de ordinul 0,1 mm, modificările funcționale sînt deja semnificative, ceea ce conduce la necesitatea asigurării execuției camerei de turbionare în toleranțe foarte strînse, realizabile doar prin prelucrări de precizie.

Concluzii

Pornind de la necesitatea adaptării soluției de cameră de ardere de tip COMET V la condițiile proprii unui motor realizat în concepție proprie, o parte din eforturile activității de cercetare a fost orientată spre a căuta și găsi modalități concrete de realizare a acestei camere.

Prin elaborarea unui program de calcul s-a reușit dimensionarea unor variante de camere de ardere de tip „0", care au fost analizate teoretic și comparate cu modelele de referință pe baza unor criterii de similitudine.

Cu această ocazie s-a analizat și influența abaterilor dimensionale asupra comportării funcționale a camerelor, constatîndu-se posibilitatea realizării lor la toleranțe acceptabile pentru tehnologiile de obținere clasice.

În ceea ce privește tehnologia de obținere a acestor camere, așa cum se poate constata și din analiza pieselor de referință, pentru fabricația de serie soluția cea mai avantajoasă este aceea de realizare a piesei P direct prin turnare de precizie. Chiar în această situație însă, etapa de execuție a matriței prin prelucrări mecanice, care implică o precizie ridicată și o S.D.V.-istică de gradul II, care să asigure această precizie, este indispensabilă.

Pentru verificarea aspectelor de dimensionare ce au stat la baza proiectării camerelor de tip „0", s-a încercat și reușit obținerea fizică a unor astfel de camere prin turnare în forme cu model fuzibil din material 40Cl30 STAS 3583-68. În acest mod au fost create premizele obținerii acestor camere în vederea cercetării ulterioare.

CZ : 621.431

Cercetări privind uniformitatea debitării pompelor de injecție cu distribuitor rotativ

Prof. dr. ing. Nicolae **BĂȚAGA**, șef lucr. ing. Aurica **CĂZILA**, asist. ing. Ioan **TEBEREAN**, stud. Alexandru **PINȚA** — Institutul politehnic Cluj-Napoca

Introducere

Cercetările [1, 3] referitoare la pompele de injecție cu piston-sertar evidențiază unele din cauzele care produc neuniformitatea debitării, cît și influența acestei neuniformități asupra performanțelor motorului și solicitării suplimentare a lagărelor arborelui cotit etc.

În lucrarea [2] se abordează un aspect important privind pompele de injecție cu distribuitor rotativ și anume studiul debitării la turații joase. Se pune în evidență influența unor elemente ale pompei de injecție cu distribuitor rotativ, dîndu-se și unele soluții pentru încercarea și reglarea pompelor de injecție la turații joase.

Deoarece debitarea neuniformă a pompei de injecție are o influență negativă asupra pornirii și funcționării la ralanti, cît și la funcționarea în sarcină, se impune studierea în profunzime a factorilor de influență și a stabili măsurile care se pot aplica pentru a asigura o debitare cu un grad minim de neuniformitate.

Factorii principali care influențează uniformitatea debitării

Cercetările se axează în principal pe pompele de injecție cu distribuitor rotativ, cu 6 și 4 acorduri de refulare, rezultatele obținute putînd fi particularizate și la pompe cu 3 racorduri de refulare.

Elementele principale ale instalației avînd pompă de injecție cu distribuitor rotativ (fig. 1), sînt : supapa de refulare SR, pompa de transfer PT, capul hidraulic CH, rotorul R, supapa de dozare SD, tija de articulație a regulatorului TAR, resortul de ralanti RR, supapa (racordul) de refulare R. Ref. și conductele de înaltă presiune.

Tot ca elemente principale, care participă la procesul de injecție trebuie amintite : pompa de alimentare, filtrele și în special injectoarele.

Pentru o pompă de injecție nouă sau reparată, la care se asigură o bună etanșare și funcționare a supapei de reglare, pompei de transfer, supapei de dozare, rotorului și capului hidraulic, o influență sensibilă asupra uniformității debitării o pot avea racordurile de refulare și injectoarele.

Dintre aceste elemente, racordurile de refulare vor fi supuse, în prealabil, unui studiu teoretic iar celelalte elemente pot să fie cercetate numai experimental.

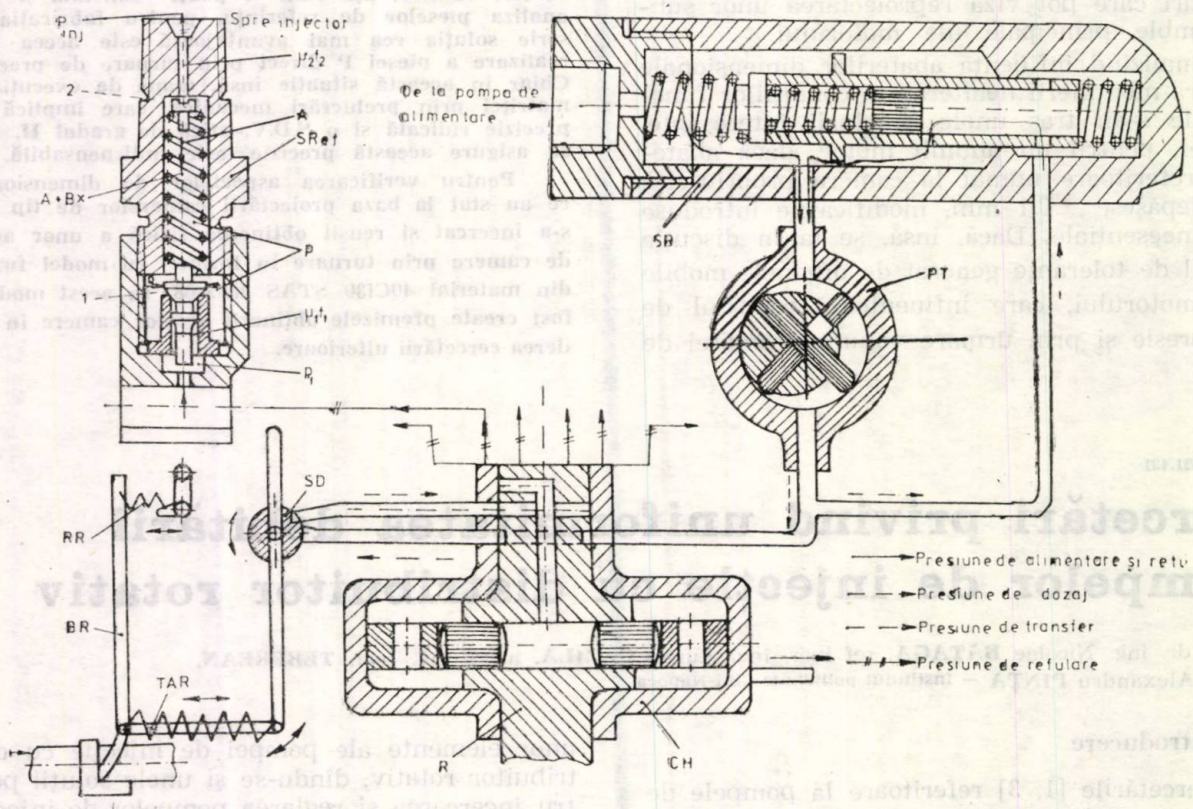


Fig. 1 Elementele principale ale pompei de injecție cu distribuitor rotativ.

În acest sens se consideră un racord de refulare în condiții de funcționare, cînd se poate scrie ecuația :

$$A + Bx = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)\, p + \frac{\pi}{4} d^2\, p_1,$$

în care :

A este tensiunea inițială a resortului ;
B — constanta elastică ;
x — ridicarea supapei ;
d — diametrul tijei supapei ;
D — diametrul talerului supapei ;
p_1 — presiunea combustibilului înainte de racord (supapă).
p — presiunea combustibilului după racord (supapă).

Din condiția de ridicare sau așezare a supapei pe scaun, pentru $x = 0$, cînd $p = p_{1r}$ și $p = p_r$ (fig. 2) rezultă :

$$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)\, p_r + \frac{\pi \cdot d^2}{4} p_{1r} \qquad (2)$$

Relația (2) arată că presiunea p_{1r}, care trebuie să învingă tensiunea inițială a resortului A, are un rol deosebit de important în începerea debitării.

Relația (1) poate fi pusă sub forma :

$$A + Bx = \frac{\pi}{4} d^2 (p_1 - p) + \frac{\pi}{4} D \cdot p, \qquad (3)$$

de unde rezultă :

$$x = \frac{\pi d^2(p_1 - p) + D \cdot p}{4B} - A \qquad (4)$$

Înlocuind relația (2) în (4) se obține :

$$x = \frac{\pi(D^2 - d^2)(p - p_r) + \pi d^2(p_1 - d_{1r})}{4B} \qquad (5)$$

În cazul unor diametre D și d constante, ridicarea x a supapei depinde de diferența de presiune $(p_1 - p)$ respectiv $(p - p_r)$ și $p_1 - p_{1r}$ precum și de constanta elastică B.

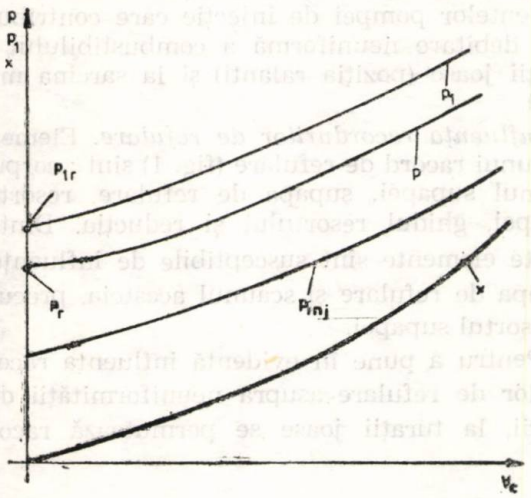


Fig. 2 Variația principală a presiunii combustibilului și ridicării supapei, în funcție de debitul mediu de combustibil al unui racord de refulare.

Ecuația laminării prin secțiunea oferită de supapă :

$$p_1 - p = \frac{V_c^2 \gamma_c}{2g(\mu_1 f_1)^2}, \qquad (6)$$

și ecuația laminării prin secțiunea spre injector (fig. 1),

$$p - p_{inj} = \frac{V_c^2 \gamma_c}{2g(\mu_2 f_2)^2}, \qquad (7)$$

în care V_c este debitul mediu de combustibil pe ciclu, iar $\mu_1 f_1$ și $\mu_2 f_2$ ariile efective de curgere în secțiunile 1 și 2, evidențiază factorii principali care influențează diferențele de presiune care apar în racordurile de refulare.

Pentru un combustibil caracterizat printr-o greutate specifică γ_c, bine definită, diferențele de presiune $p_1 - p$ și $p - p_{inj}$ sînt influențate de debitul de combustibil pe ciclu V_c, precum și de ariile efective de curgere $\mu_1 f_1$ și $\mu_2 f_2$. Hotărîtoare este însă aria efectivă $\mu_1 f_1$, care este controlată de către supapă și arcul a cărui constantă elastică este B.

Considerînd că etanșarea supapelor de refulare este identică, adică $\mu_1 f_1 = \text{ct.}$, pentru o pompă de injecție se va putea asigura același debit V_c de către fiecare racord de refulare, cu condiția ca deschiderea și închiderea supapelor la toate racordurile să aibă loc în intervale de timp identice. Realizarea acestei condiții presupune ca la toate racordurile să fie montate arcuri cu aceeași constantă elastică. În realitate sînt diferențe sensibile și între ariile efective de curgere ale diferitelor supape de refulare.

Rezultă deci că factorii principali, raportați la racordurile de refulare care influențează uniformitatea debitării la turații joase, sînt : ariile efective de curgere $\mu_1 f_1$ și $\mu_2 f_2$, diferențele de presiune $p_1 - p$ și $p - p_{inj}$ și constantele elastice B ale arcurilor.

Dacă se consideră o pompă de injecție cu patru racorduri de refulare, la care constantele elastice ale arcurilor supapelor de refulare sînt diferite, rezultă ridicări diferite ale supapelor : $x' > x'' > x''' > x^{IV}$, precum și presiuni diferite ale combustibilului în racorduri $p'_r > p''_r > p'''_r > p^{IV}_r$, respectiv $p'_{inj} > p''_{inj} > p'''_{inj} > p^{IV}_{inj}$ *), ceea ce conduce la o debitare neuniformă a injectoarelor. În cazul acelorași constante elastice ale arcurilor, variația parametrilor în racordurile de refulare este aceeași (fig. 4).

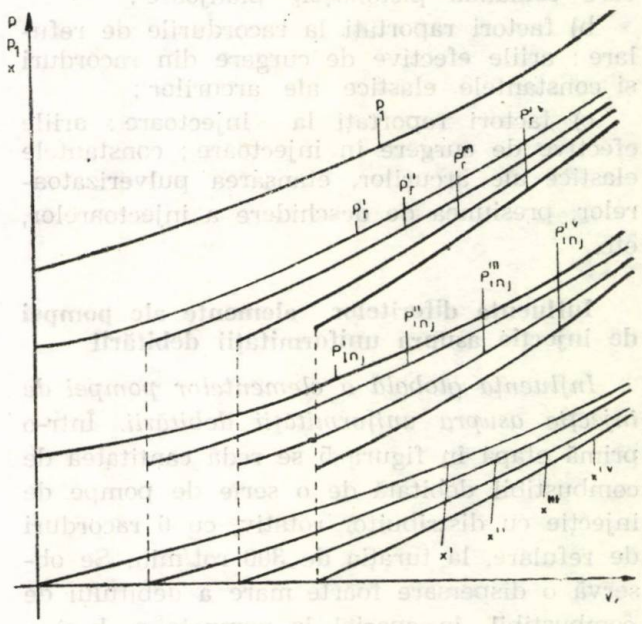


Fig. 3 Idem, pentru o pompă de injecție cu patru racorduri de refulare, la care constantele elastice ale arcurilor sînt diferite.

Deoarece o parte dintre factorii analizați se condiționează reciproc, rămîn în final ariile efective de curgere $\mu_1 f_1$ și constantele elastice a arcurilor B, care trebuie să fie identice pentru toate racordurile de refulare ale unei pompe.

În concluzie, factorii principali care influențează uniformitatea debitării pompei de injecție cu distribuitor rotativ, pot fi gupați astfel :

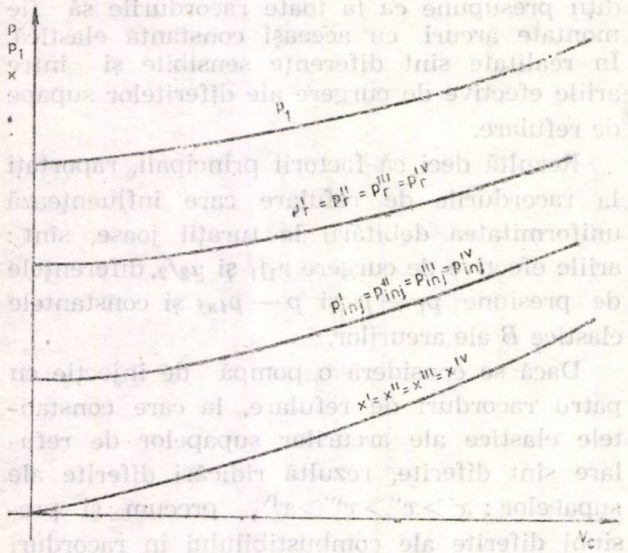


Fig. 4 Idem, în cazul acelorași constante elastice ale racordurilor de refulare.

a) factori raportați la rotor și capul hidraulic : ariile efective ale orificiilor de admisie din rotor și a celor de refulare din capul hidraulic, decalajul dintre orificii și profilul camelor care comandă pistonașele plonjoare ;

b) factori raportați la racordurile de refulare : ariile efective de curgere din racorduri și constantele elastice ale arcurilor ;

c) factori raportați la injectoare : ariile efective de curgere în injectoare ; constantele elastice ale arcurilor, etanșarea pulverizatoarelor, presiunea de deschidere a injectoarelor, etc.

Influența diferitelor elemente ale pompei de injecție asupra uniformității debitării

Influența globală a elementelor pompei de injecție asupra uniformității debitării. Într-o primă etapă în figura 5 se redă cantitatea de combustibil debitată de o serie de pompe de injecție cu distribuitor rotativ, cu 6 racorduri de refulare, la turația de 300 rot/min. Se observă o dispersare foarte mare a debitului de combustibil, în special la pompele a, b și c.

Dacă se compară cu debitul de combustibil necesar la turația de ralanti pentru pompa de injecție cercetată, care este de 5 . . .15 cm^3 la 1000 pulsații, se constată că este îndeplinită condiția respectivă.

Dacă se are însă în vedere neuniformitatea admisă la pornire, care nu trebuie să depășească 10%, limită care nu poate fi mai mare nici la turația de ralanți, rezultă că neuniformitatea debitării pompelor încercate depășește de 3 . . . 20 de ori această limită.

Deoarece pompele de injecție cu o neuniformitate a debitării la turații joase mai mare de 10% sînt cauza pornirii dificile și a funcționării motorului cu trepidații, rezultă necesitatea asigurării neuniformității debitării admise și la turația de ralanti.

În continuare se urmărește evidențierea elementelor pompei de injecție care contribuie la o debitare neuniformă a combustibilului la turații joase (poziția ralanti) și la sarcina maximă.

Influența racordurilor de refulare. Elementele unui racord de refulare (fig. 1) sînt : corpul, scaunul supapei, supapa de refulare, resortul supapei, ghidul resortului și reducția. Dintre aceste elemente sînt susceptibile de influențe : supapa de refulare și scaunul acesteia, precum și resortul supapei.

Pentru a pune în evidență influența racordurilor de refulare asupra neuniformității debitării, la turații joase se permutează racor-

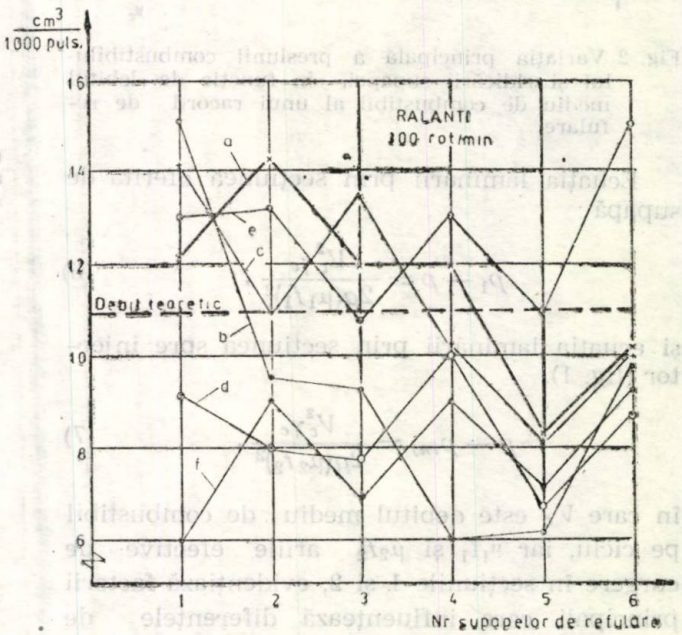


Fig. 5 Variația debitului de combustibil, real și teoretic, la o serie de pompe cu 6 racorduri, la ralanti.

durile astfel ca fiecare să ajungă la același injector și același orificiu de refulare din capul hidraulic.

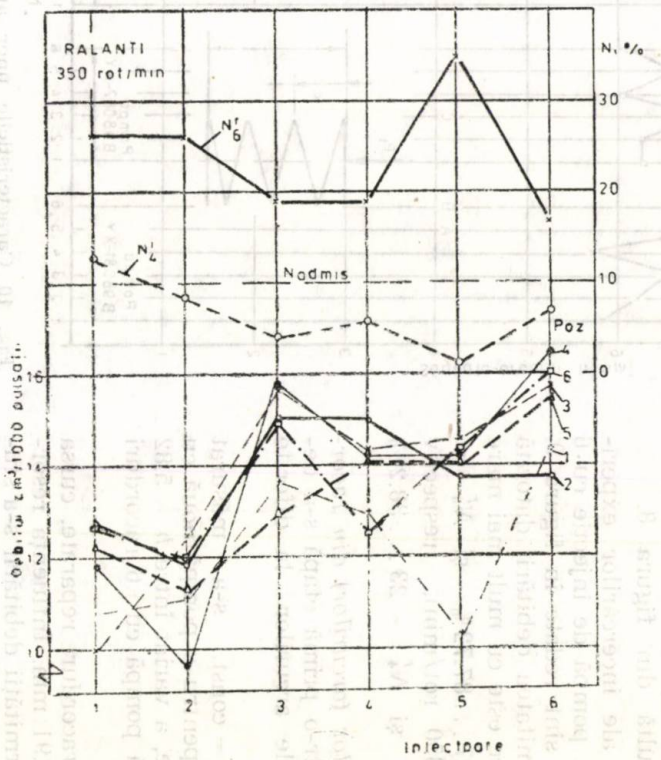


Fig. 6 Influența racordurilor și orificiilor din capul hidraulic și rotor asupra neuniformității debitării pentru o pompă de injecție, la ralanti, 350 rot/min.

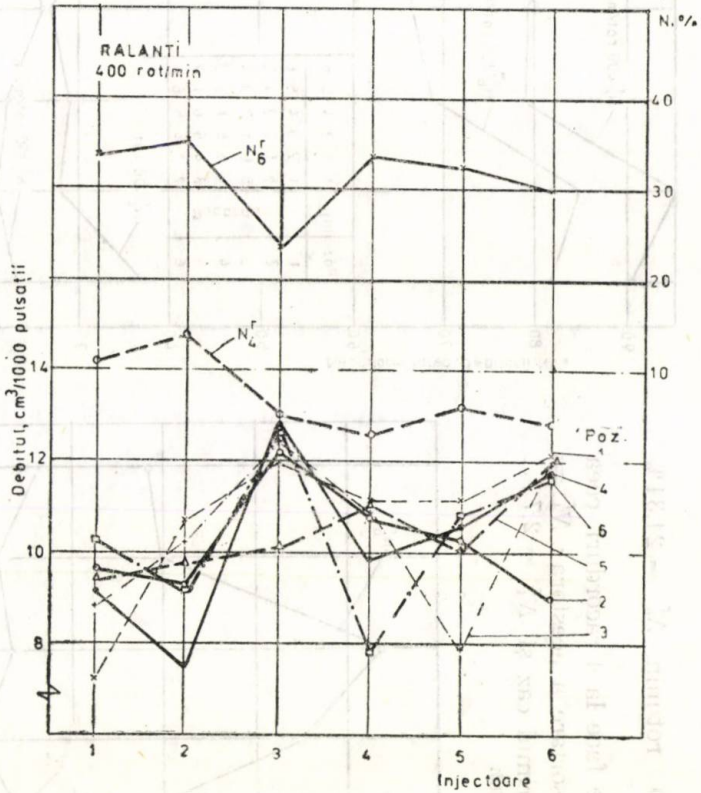


Fig. 7 Influența racordurilor și orificiilor din capul hidraulic și rotor asupra neuniformității debitării pentru o pompă de injecție, la ralanti, 400 rot/min.

În figurile 6 și 7 se redau rezultatele încercării unei pompe de injecție cu 6 racorduri de refulare.

La turația de 400 rot/min, $N_6^r = 24{,}34\%$ .... $36{,}06\%$.

Cînd raportarea se face la 4 racorduri, ceea ce echivalează cu o sortare a acestora : $N_4^r = 2{,}10 \ldots 13{,}91\%$, în primul caz și $N_4^r = 2{,}7 \ldots 14{,}92\%$, în al doilea caz.

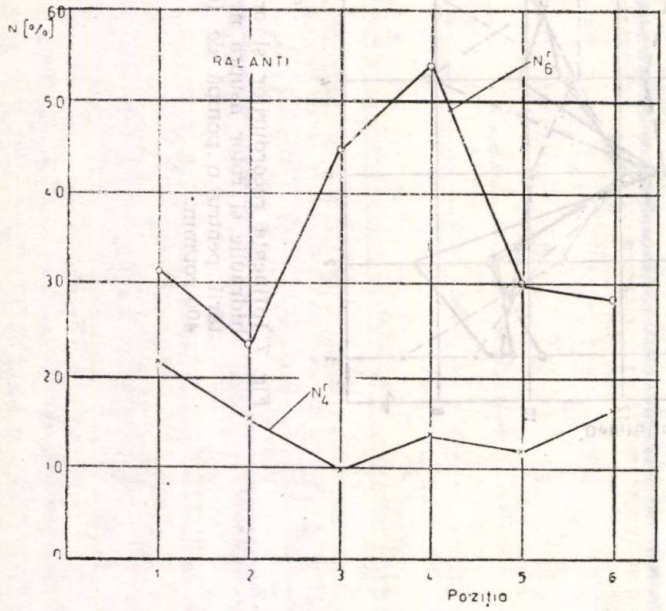


Fig. 8 Comparație între neuniformitatea debitării produsă de racordurile de refulare.

O comparație a neuniformității debitării, datorită racordurilor cînd raportarea se face la 6 racorduri N_6^r și cînd raportarea se face la 4 racorduri N_4^r, rezultă din figura 8.

Rezultatele medii ale încercărilor experimentale pentru o altă pompă de injecție cu 6 racorduri de refulare sînt redate în figura 9. În acest caz neuniformitatea debitării datorită recordurilor de refulare este cu mult mai mare și anume : $N_6^r = 48{,}27 \ldots 87{,}72\%$ și $N_4^r = 21{,}45 \ldots 32{,}38\%$ (la 350 rot/min), respectiv $N_6^r = 68{,}08 \ldots 97{,}1\%$ și $N_4^r = 23 \ldots 38{,}2\%$ (la 400 rot/min).

Influența resorturilor (arcurilor) din racordurile de refulare. Într-o primă etapă s-a determinat caracteristicile arcurilor la diferite pompe, figura 10.

Pentru o forță $p_1 = \text{const.}$, s-a măsurat cursa resortului care, pentru o pompă nouă cu 6 racorduri de refulare, a variat între $h = 5{,}82 \ldots 6{,}93$ mm ; la o altă pompă cu 6 racorduri $h = 6{,}04 \ldots 6{,}9$ mm.

Pentru o serie de racorduri reparate, cursa arcurilor $h = 5{,}42 \ldots 6{,}91$ mm. Influența resorturilor asupra neuniformității debitării s-a studiat corelat cu supapele de refulare.

Influența supapelor de refulare. Pentru a cerceta influența supapelor de refulare și a

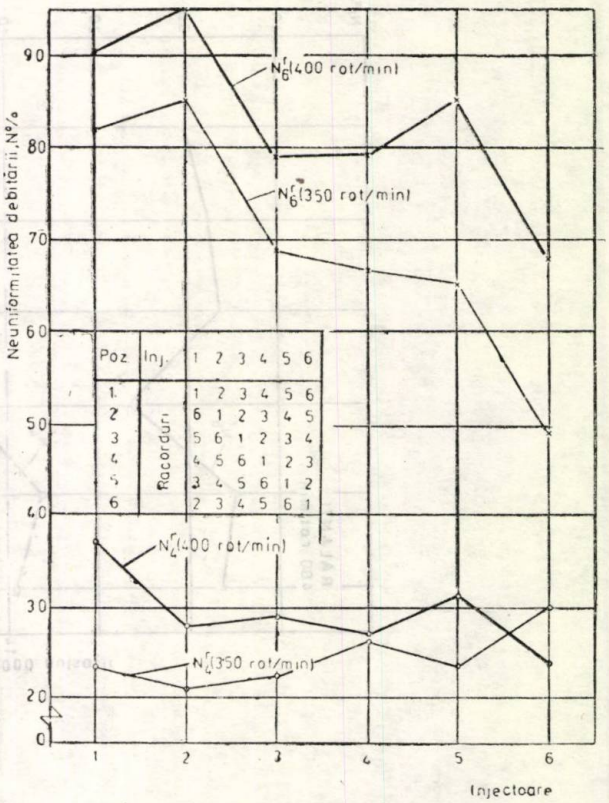


Fig. 9 Influența racordurilor de refulare și orificiilor din capul hidraulic și rotor asupra neuniformității debitării, pentru pompe cu 6 și 4 racorduri la 350 și 400 rot/min.

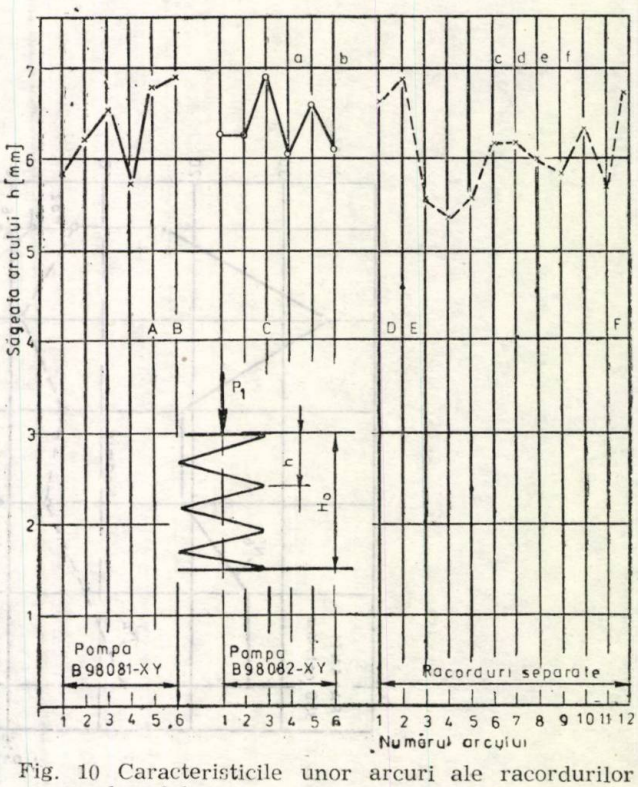


Fig. 10 Caracteristicile unor arcuri ale racordurilor de refulare.

resorturilor asupra neuniformității debitării, s-a procedat la scoaterea supapelor și a resorturilor din racordurile de refulare, repetîndu-se apoi experimentările.

Neuniformitatea aferentă supapelor și resorturilor rezultă prin diferența dintre neuniformitatea obținută, în aceleași condiții, cînd racordurile de refulare sînt complete și cînd acestea sînt fără supape și resorturi.

În figura 11 sînt redate rezultatele obținute la încercarea unei pompe cu 6 racorduri de refulare.

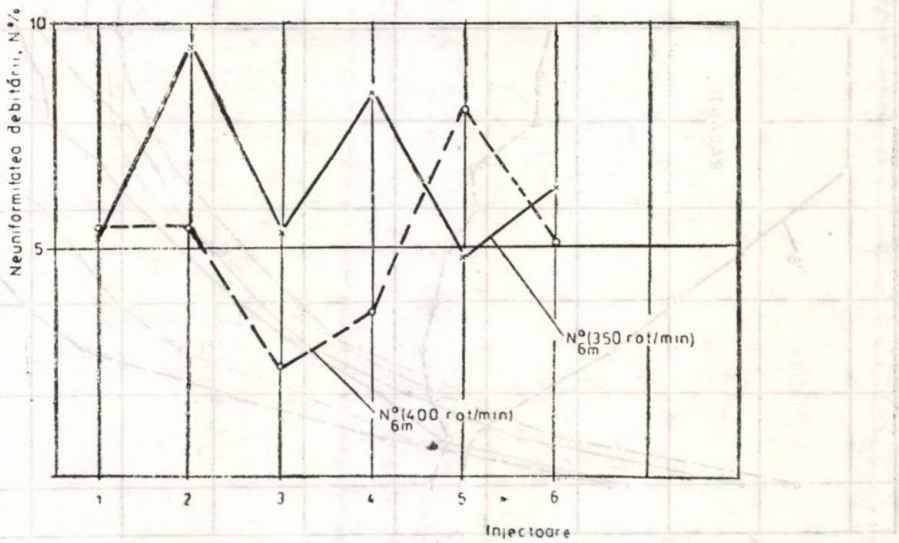


Fig. 11 Influența orificiilor din capul hidraulic și rotor asupra neuniformității debitării pentru o pompă de injecție cu 6 racorduri de refulare, la 350 și 400 rot/min.

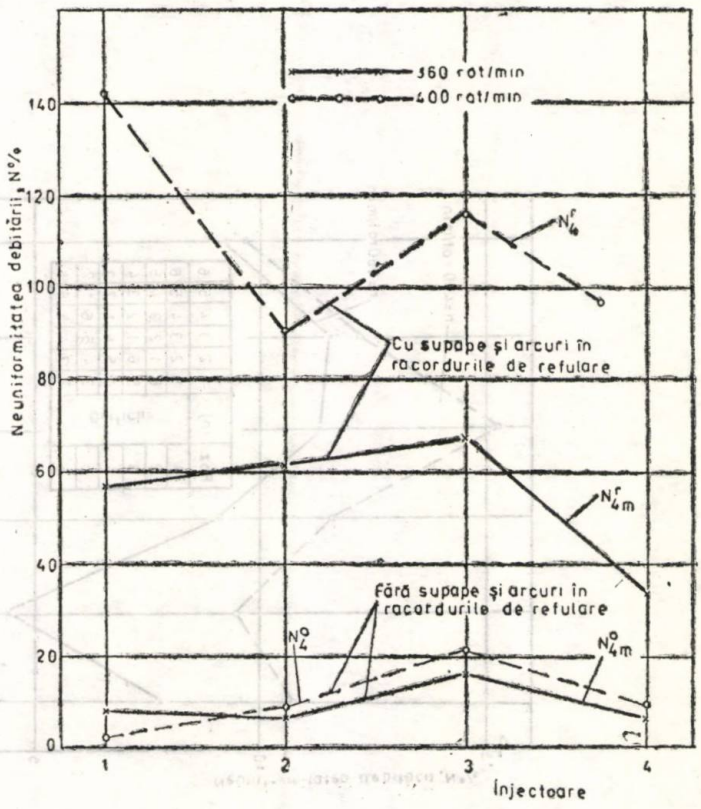


Fig. 12 Influența racordurilor de refulare și orificiilor din capul hidraulic și rotor asupra neuniformității debitării pentru o pompă cu și fără arcuri în racordurile de refulare.

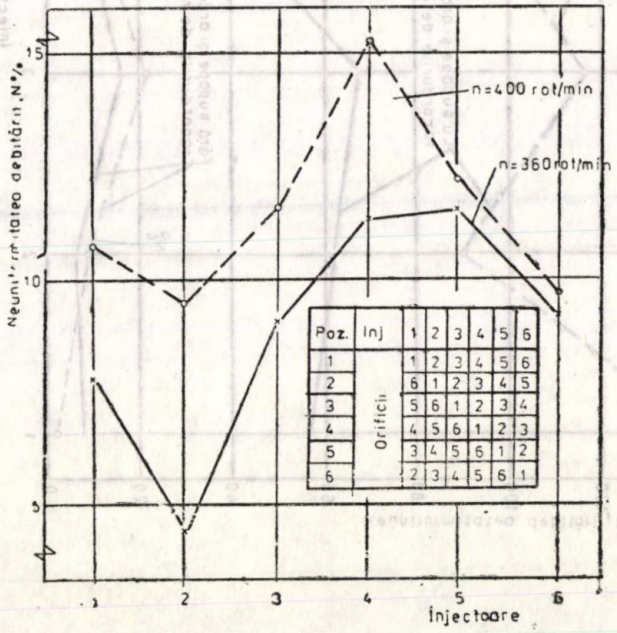


Fig. 13 Influenţa orificiilor de admisie şi evacuare din rotor şi capul hidraulic, precum şi a inelului cu came, asupra neuniformităţii debitării, pentru o pompă cu 6 racorduri de refulare.

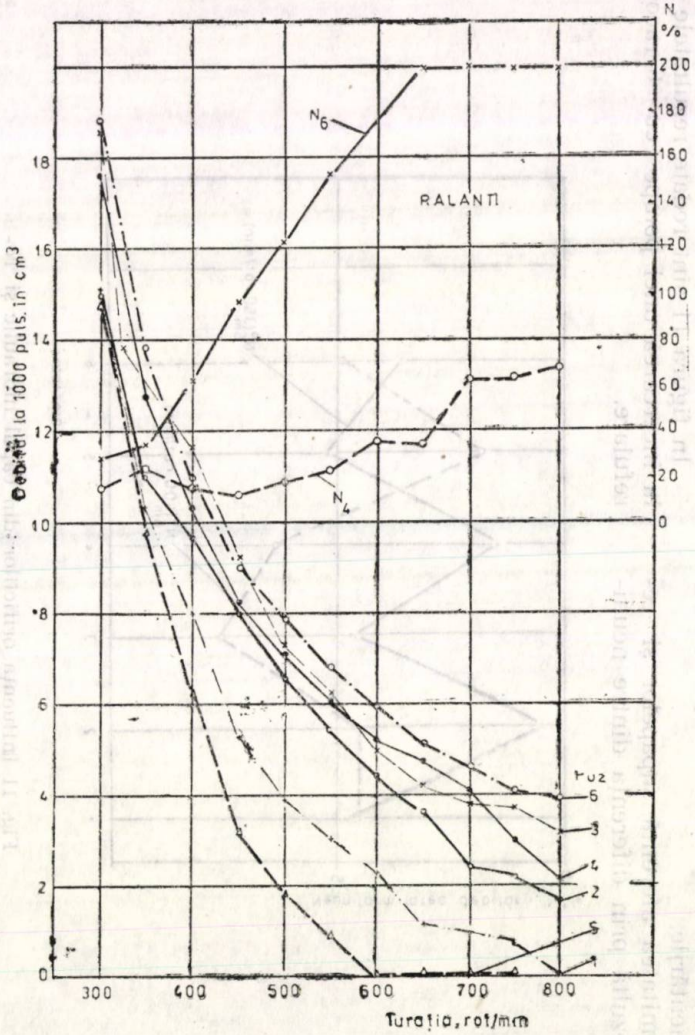


Fig. 14 Influenţa turaţiei asupra neuniformităţii debitării cînd racordurile de refulare ale pompei au fost prevăzute cu supape şi arcuri.

În figura 12 sînt redate rezultatele experimentale pentru o pompă cu 4 racorduri de refulare (destinată motoarelor de 70 CP). La această pompă neuniformitatea provocată de supape și resorturi este cu mult mai mare, fiind cuprinsă între 28 ... 54%, la turația de 360 rot/min.

Influența rotorului și capului hidraulic (orificiilor de admisie și evacuare) precum și a inelului cu came. Influența orificiilor și a inelului cu came s-a urmărit fie cumulat, cu injectoarele, fie separat. În figura 13 se redau rezultatele experimentării unei pompe cu 6 racorduri de refulare, de unde rezultă că orificiile din rotor și capul hidraulic, precum și inelul cu came, introduc o neuniformitate a debitării cuprinsă între 4,5 ... 11,7%.

Influența turației

Turația fiind un factor funcțional foarte important, s-a urmărit neuniformitatea debitării pentru diferite turații, la poziția ralanti și la poziția de sarcină maximă a pompei de injecție.

La experimentarea unei pompe cu 6 racorduri de refulare, la poziția ralanti, s-au obținut rezultatele prezentate în figura 14 (cu supape și arcuri în racordurile de refulare).

Rezultatele experimentale obținute cu aceeași pompă (fără supape și arcuri în racordurile de refulare), în condiții identice de încercare, sînt redate în figura 15.

Comparînd rezultatele obținute în cele două situații, se observă că la poziția ralanti, la turații cuprinse între 300 ... 450 rot/min, apare o neuniformitate mai mică în cazul pompei fără supape și arcuri în racordurile de refulare.

nării pompei cu supape și arcuri în racordurile de refulare.

Pentru o pompă cu 4 racorduri, s-au obținut rezultatele redate în figura 17, la poziția

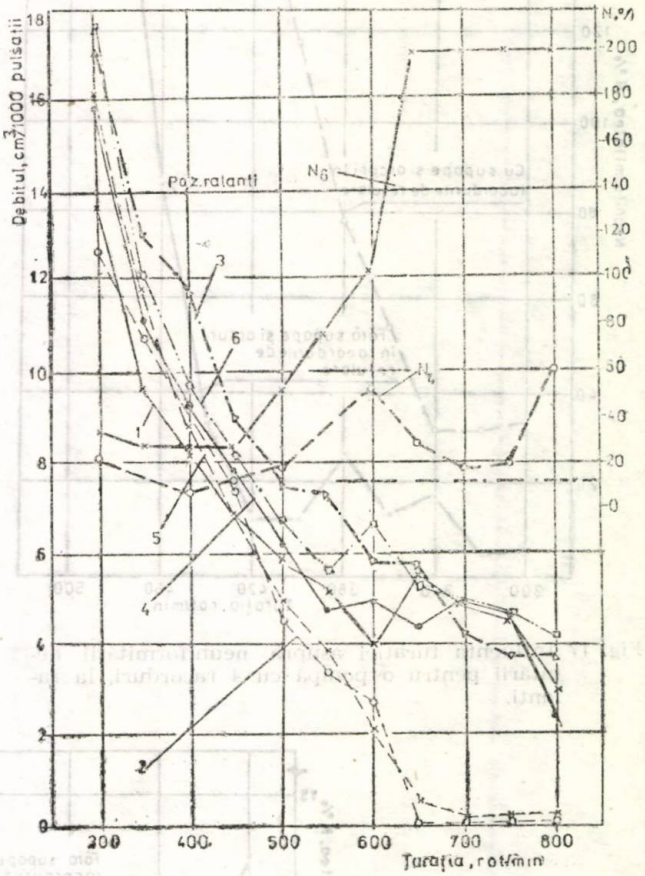


Fig. 15 Idem, cînd racordurile de refulare ale pompei au fost fără supape și arcuri.

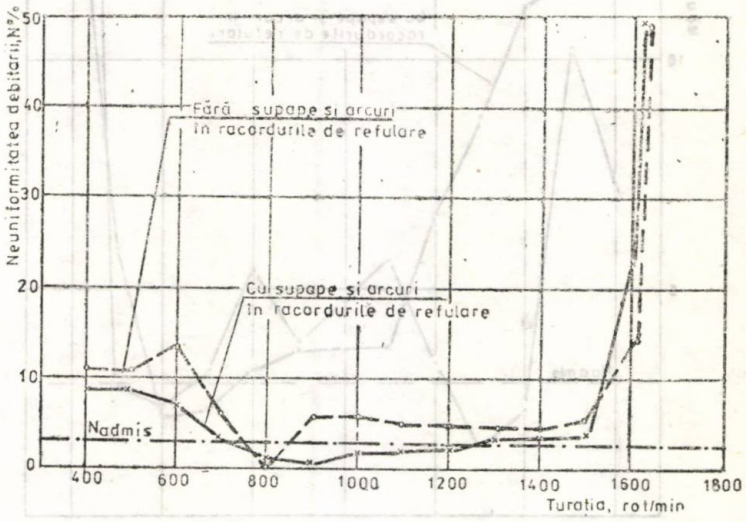


Fig. 16 Influența turației asupra neuniformității debitării, la sarcină maximă, pentru o pompă de injecție cu 6 racorduri de refulare.

La poziția de sarcină maximă, figura 16, apare o comportare mai bună în cazul funcțio-

ralanti, respectiv cele din figura 18, la poziția de sarcină maximă. Și în acest caz, la poziția

ralanti, s-a obținut o neuniformitate a debitării mai favorabilă cînd racordurile de refulare sînt fără supape și arcuri, însă la poziția de sarcină maximă, se observă că neuniformitatea debitării este mai redusă pentru o gamă largă de variație a turației.

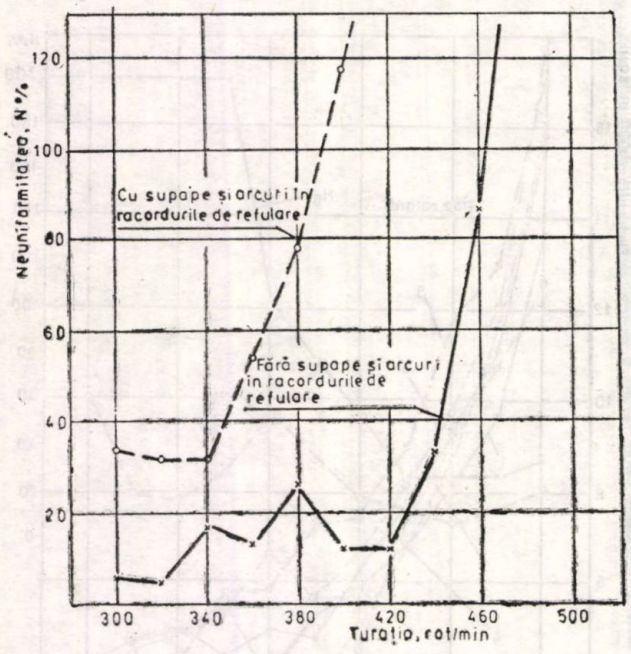


Fig. 17 Influența turației asupra neuniformității debitării pentru o pompă cu 4 racorduri, la ralanti.

Concluzii

În urma încercării unor pompe de injecție cu 6 racorduri de refulare, cît și a unor pompe cu 4 racorduri de refulare noi, se desprind următoarele concluzii :

— neuniformitatea debitării, la turații joase este cu mult mai mare, decît limita admisă de 10% pentru pornire și funcționare optimă la ralanti ;

— o influență deosebită asupra neuniformității debitării la turații joase (la poziția ralanti) o au supapele de refulare și arcurile acestora, acestea producînd neuniformități de ordinul 20...50% și chiar mai mult ;

— la poziția de sarcină maximă și sarcini parțiale, supapele de refulare și resorturile acestora nu o influență favorabilă, conducînd la reducerea neuniformității debitării într-o gamă largă de variație a turației, pentru care se asigură $N<3\%$;

— influența orificiilor din capul hidraulic, rotor și a inelului cu came este mai puțin importantă, comparativ cu racordurile de refulare. În general, influența acestor factori asupra neuniformității debitării la turații joase este sub 10%.

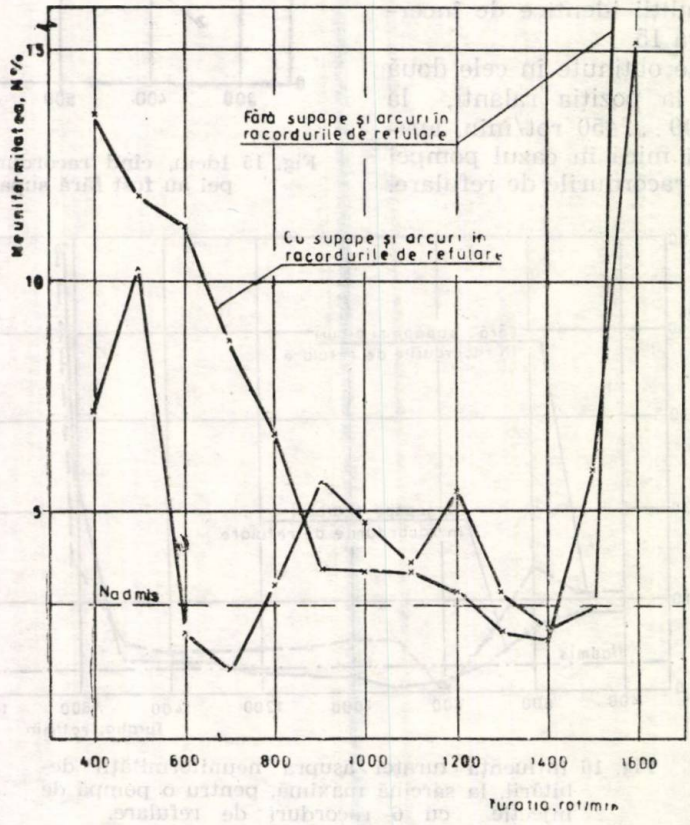


Fig. 18 Influența turației asupra neuniformității debitării pentru o pompă de injecție cu 4 racorduri, la sarcină maximă.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Apostolescu, N., ş.a.*: Influenţa neuniformităţii injecţiei asupra comportării hidrodinamice a lagărului palier al motorului cu aprindere prin comprimare. În: Creaţia tehnică şi fiabilitatea în construcţia de maşini — maşini termice, Institutul politehnic „Gh. Asachi" Iaşi, 1980, p. 139—146.

[2] *Bătaga, N., Teberean, I.*: Contribuţii privind încercarea şi reglarea pompelor de injecţie cu distribuitor rotativ pentru uniformizarea debitării la turaţii joase: În: Buletin ştiinţific CONAT, Braşov, Vol. 1, 1980, p. 33—38.

[3] *Sitkei, G.*: A keverékképzés és égés lefolyása diesel motorokban. Budapest, Akadémia kiadó, 1960.

[4] *Turcoiu, T.*: Neuniformitatea injecţiei la pompele de injecţie cu piston sertar, introdusă de golurile care apar pe traseul de înaltă presiune. În: Creaţia tehnică şi fiabilitatea în construcţia de maşini — maşini termice, Institutul politehnic „Gh. Asachi" Iaşi, 1980, p. 147—152.

CZ : 621.436

Consideraţii privind evaluarea raportului între performanţele motorului diesel şi regimul termic al pieselor camerei de ardere

Dr. ing. Dragoş **SFINŢEANU** — Institutul Naţional de Motoare Termice Bucureşti
Prof. dr. ing. Nicolae **APOSTOLESCU** — Institutul politehnic Bucureşti

Între performanţele motorului diesel şi regimul termic al pieselor care mărginesc camera de ardere există un raport direct, determinat de puterea unitară, respectiv de cantitatea de căldură dezvoltată în spaţiul camerei de ardere.

Determinarea nivelului maxim de temperatură al pieselor camerei de ardere prezintă o importanţă deosebită, în cadrul studiului privind dezvoltarea performanţelor unui motor existent, sau în cadrul încercărilor unui nou tip de motor.

Metoda de măsurare a temperaturilor şi în special etalonarea şi montarea traductorilor trebuie să asigure o precizie ridicată a valorilor măsurate, deoarece erori mari de măsurare a temperaturii afectează evaluarea raportului real între performanţele motorului şi regimul termic al pieselor.

Lucrarea analizează influenţa erorilor de măsurare a temperaturii asupra raportului între performanţă şi regimul de solicitare termică a pieselor. Sînt prezentate, de asemenea, unele implicaţii (care decurg din această evaluare) asupra siguranţei în funcţionare şi a dimensionării unui motor aflat în faza de prototip.

Mărimea erorilor de măsurare depinde de calitatea traductorilor de temperatură, de acurateţea montajului şi de metoda de măsurare.

Traductorii de temperatură utilizaţi de autori au fost termocupluri de tip Fe — constantan, cu diametrul conductorilor de 0,02 mm.

Erorile specifice metodei de măsurare a temperaturii corpurilor solide cu ajutorul termocuplurilor pot fi clasificate în două grupe principale:

— erori datorate transferului de căldură, prin conducţie în lungul firelor temocuplului şi prin convenţie laterală;

— erori introduse de metoda de măsurare (calitatea sudurilor termocuplului, condiţiile de montare a sudurii calde în piesă, variaţia temperaturii sudurii reci etc.).

Erorile caracteristice primei grupe pot fi determinate printr-o metodă de calcul, cunoscînd dimensiunile conductorilor termocuplului şi evaluînd condiţiile de transfer de căldură [1].

Erorile corespunzătoare grupei a doua nu pot fi stabilite prin calcul, datorită condiţiilor specifice de montare a fiecărui termocuplu, respectiv dificultăţii de a evalua valorile rezistenţei termice de contact a termocuplurilor în stare montată. Avînd în vedere faptul că aceste erori reprezintă ponderea cea mai mare în valoarea globală a erorii, este necesară o etalonare riguroasă a termocuplurilor montate în piesă. Etalonarea trebuie efectuată pentru fiecare termocuplu în parte. Utilizarea, pentru mai multe termocupluri, a unei curbe de etalonare singulare sau a curbei-standard poate conduce la erori apreciabile. Acest fapt este ilustrat în figura 1, în care sînt trasate limitele extreme ale domeniului de etalonare pentru 18 termocupluri Fe — constantan, montate în aceeaşi piesă. Se remarcă faptul că diferenţele maxime între curbele extreme variază în limitele 4—10%.

Influența erorilor de măsurare a temperaturii a fost analizată în cadrul unor cercetări privind dezvoltarea performanțelor unui motor diesel rapid pentru tracțiune feroviară, de alezaj 175 mm.

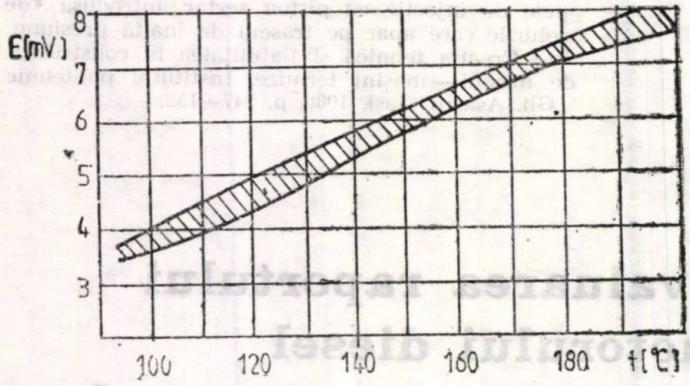


Fig. 1 Domeniu de temperaturi rezultat la etalonarea a 18 termocupluri Fe—constantan, montate în cilindrul unui motor diesel.

Pentru a evidenția corespondența între nivelul de performanță a motorului și regimul termic al pieselor, s-au efectuat măsurări de temperatură în piston, în condiții de funcționare pe motor [2].

Valorile măsurate ale temperaturilor, în patru zone caracteristice ale pistonului, sînt prezentate în figura 2. Aceste valori corespund regimului de putere maximă a motorului.

În baza valorilor temperaturilor măsurate și luînd în considerare presiunea maximă în cilindru, măsurată prin evidențierea pe ecranul osciloscopului a semnalului unui traductor piezoelectric, au fost calculate eforturile unitare maxime în piston (eforturile de natură mecanică σ_M, eforturile de origine termică σ_T și eforturile totale σ_{total}). Valorile maxime ale eforturilor au fost obținute în punctele 1 (în direcțiile radială și tangențială) și 4 (în direcție tangențială).

Pentru a evidenția influența erorii de măsurare asupra temperaturilor și eforturilor unitare în piston, s-au considerat măsurările efectuate asupra pistonului descris în trei alternative : eroare zero, conform valorilor indicate în figura 2 și erori de 4%, respectiv 10%, co-

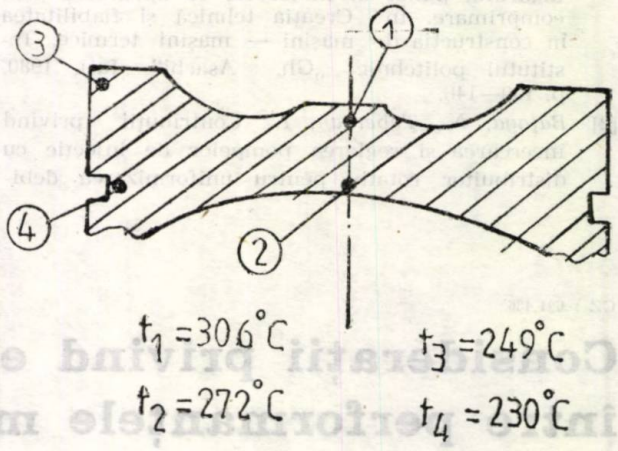


Fig. 2 Temperaturi măsurate, în piston, în condiții de funcționare pe motor.

respunzător domeniului ilustrat în figura 1. Valorile temperaturilor și ale eforturilor unitare de origine termică, pentru cele trei situații, sînt date în tabelul 1.

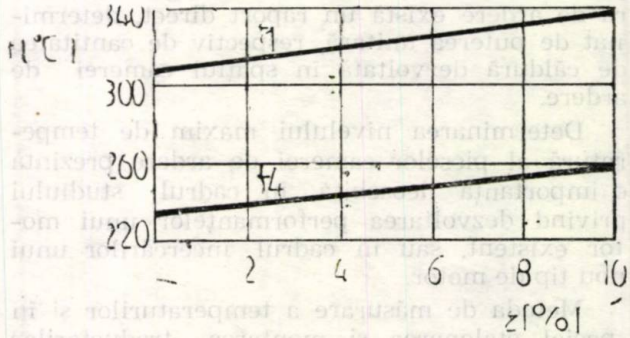


Fig. 3 Diagrama de variație a temperaturilor în piston, în funcție de eroarea de măsurare a temperaturii.

Variația temperaturii în piston, în funcție de eroare, este reprezentată în figura 3. Sînt trasate curbele corespunzătoare zonei centrale a capului pistonului și zonei primului segment (respectiv zonele 1 și 4 — figura 2).

Tabelul 1

ε (%)	t_1 (°C)	t_2 [°C]	t_3 [°C]	t_4 [°C]	$\sigma_T \left[\frac{daN}{cm^2}\right]$		$\sigma_M \left[\frac{daN}{cm^2}\right]$		$\sigma_{total} = \sigma_T + \sigma_M$	
					σ_{1r}	σ_{1t}	$\sigma_{12} = \sigma_{1t}$	σ_{4t}	$\sigma_{12} = \sigma_{1t}$	σ_{4t}
0	306	272	249	230	-542	745	-230	-115	-772	630
4	318	283	259	239	-567	772			-797	657
10	336,6	299	274	253	-599	817			-829	702

Dacă se iau în considerare rezultatele corespunzătoare erorii de măsurare de 10%, se remarcă faptul că valorile temperaturilor în zona primului segment depășesc limitele corespunzătoare cocsării uleiului în canalele de segment (220—240°C pentru uleiuri minerale uzuale). Din punctul de vedere al eforturilor unitare, pentru eroarea de 10% — se constată că valorile maxime sînt comparabile cu valorile rezistenței admisibile pentru aliaje pe bază de aluminiu (800—1000 daN/cm²).

Cele două efecte au implicații asupra siguranței în funcționare a motorului : primul — din punctul de vedere al posibilității apariției gripajului, ca urmare a cocsării și blocării segmenților în canale, iar al doilea — sub aspectul rezistenței mecanice a pistonului.

În cazul analizat — o eroare de 10% la măsurarea temperaturilor denaturează considerabil raportul real între regimul termic al pistonului și nivelul de performanță a motorului.

Presupunînd că motorul considerat ar fi un prototip aflat la primele încercări pe stand, constructorul ar putea fi tentat să retareze motorul la un regim de performanță mai scăzut, pentru a evita implicațiile menționate asupra siguranței în funcționare.

Considerînd diagrama de variație a temperaturii pistonului, în funcție de presiunea medie efectivă a motorului (fig. 4), trasată pe baza încercărilor experimentale [2] și luînd în considerare tabelul 1, rezultă raportul între

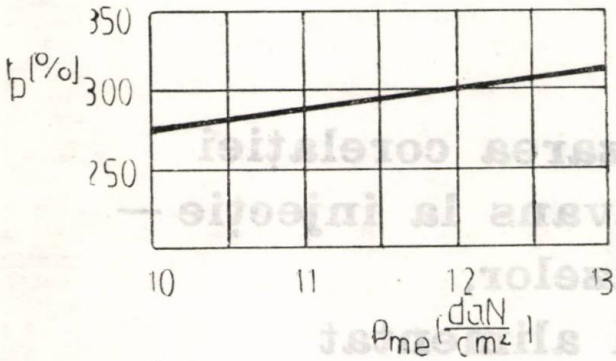


Fig. 4 Diagrama de variație a temperaturii pistonului în funcție de presiunea medie efectivă a motorului.

Tabelul 2

ε(%)	Δt(°C)	ΔPme	
		daN/cm²	%
4	12	0,8	5,4
10	30,6	2,1	14

temperatură, eroare de măsurare și presiune medie efectivă a motorului, conform tabelului 2.

Prin trasarea curbei de variație a presiunii medii efective, în funcție de eroarea de măsurare a temperaturii (figura 5), se obține corespondența între nivelul de performanță al motorului și eroarea de măsurare.

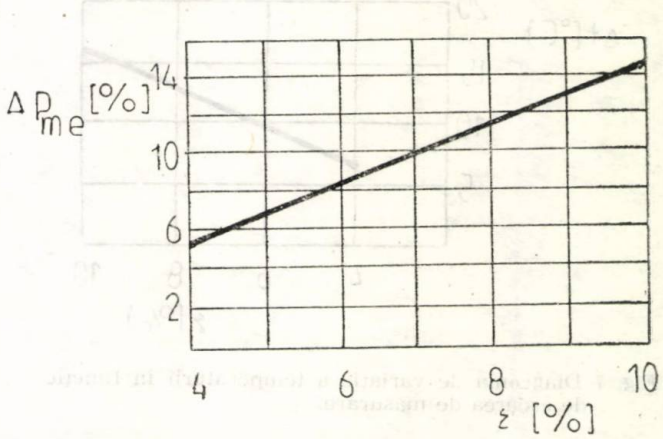


Fig. 5 Diagrama de variație a presiunii medii efective în funcție de eroarea de măsurare a temperaturii.

Erorile de măsurare a temperaturii pot avea implicații și asupra echipamentelor auxiliare ale motorului din punctul de vedere al dimensionării acestora.

S-a ales ca exemplu un motor diesel răcit cu aer, echipat cu o suflantă de răcire antrenată de motor. Suflanta furnizează debitul de aer de răcire, necesar pentru stabilirea și menținerea unui regim termic favorabil al cilindrilor și culaselor.

Pentru a pune în evidență influența erorii de măsurare a temperaturilor asupra parametrilor suflantei, motorul a fost răcit cu o suflantă acționată din exterior (pentru regimuri echivalente de putere), determinîndu-se variația temperaturii cilindrului în funcție de variația debitului de aer al suflantei (fig. 6).

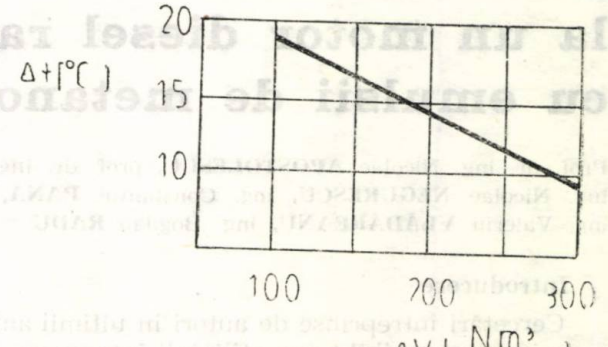


Fig. 6 Diagrama de variație a temperaturii cilindrului în funcție de variația debitului de aer al suflantei.

Pentru domeniul de erori 4—10% și pentru valorile temperaturilor cilindrului (considerînd eroarea $\varepsilon = 0$ corespunzătoare măsurătorilor efectuate), rezultă diagrama de variație a valorii temperaturii în funcție de eroare $\Delta t = f(\varepsilon)$ figura 7.

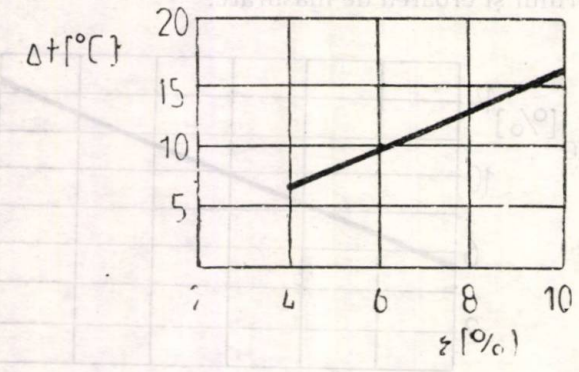


Fig. 7 Diagrama de variație a temperaturii în funcție de eroarea de măsurare.

Pe baza diagramelor din figurile 6 și 7 s-a trasat diagrama de variație a debitului suplimentar de aer de răcire în funcție de eroare (fig. 8).

Se remarcă faptul că unei erori de 10% îi corespunde un debit de aer suplimentar al suflantei de 26%.

În consecință — erorile mari la măsurarea temperaturii denaturează raportul real dintre regimul termic al motorului și caracteristicile suflantei, influențînd supradimensionarea acesteia de către constructor.

Exemplele menționate în cuprinsul lucrării ilustrează necesitatea strictă a adoptării unor metode foarte precise de etalonare a traductorilor de temperatură, precum și de efectuarea măsurărilor.

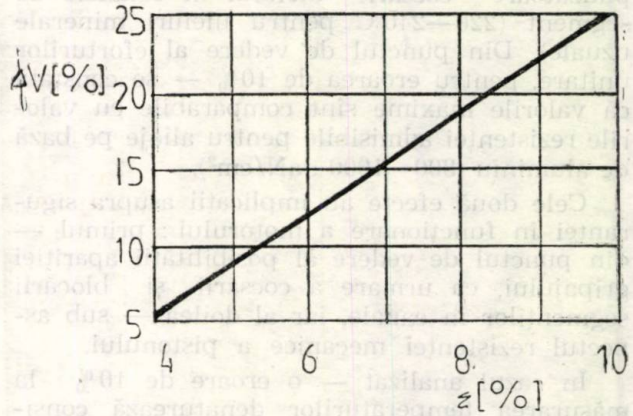


Fig. 8 Diagrama de variație a debitului suplimentar de aer de răcire în funcție de eroarea de măsurare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Apostolescu, N., Sfințeanu, D.:* Analiza erorilor la măsurarea prin termocupluri a temperaturilor cilindrului unui motor răcit cu aer (Buletinul Institutului Politehnic București 1978, nr. 1).

[2] *Sfințeanu, D., Ștefănescu, M.:* Evaluarea eforturilor de natură mecanică și termică în pistoanele motoarelor diesel (Sesiunea de comunicări științifice — ICPET 1972).

CZ : 621.436

Cercetări privind optimizarea corelației regim de funcționare — avans la injecție — grad de recirculare a gazelor, la un motor diesel rapid alimentat cu emulsii de metanol în motorină

Prof. dr. ing. Nicolae **APOSTOLESCU**, prof. dr. ing. Berthold **GRÜNWALD**, ing. Gheorghe **CAZACU**, ing. Nicolae **NEGURESCU**, ing. Constantin **PANĂ**, ing. Marcel Ginu **POPA**, ing. Dumitru **NEDELCU**, ing. Valeriu **VLĂDĂREANU**, ing. Bogdan **RADU** — Institutul politehnic București

Introducere

Cercetări întreprinse de autori în ultimii ani au evidențiat posibilitatea utilizării într-un motor diesel rapid a metanolului, în emulsie cu motorina, cu aceleași performanțe de putere a motorului ca și în cazul alimentării cu motorină [1].

Pentru motorul de autocamion D-2156-HMN-8, pe care au fost efectuate cercetările, condiția menținerii neschimbate a puterii * poate respectată pînă la o proporție de meta-

*) Cu mărirea corespunzătoare a dozei de combustibil (metanol + motorină) pe ciclu.

nol de ordinul 40%. La depășirea acestei limite, puterea începe să scadă ca urmare a desfășurării defavorabile a arderii, reflectate de reducerea pronunțată a randamentului efectiv : imperfecțiunile arderii se evidențiază și prin sporirea gradului de neuniformitate ciclică sau/și creșterea gradului de fum sau, creșterea temperaturii gazelor de evacuare. Pe de altă parte, proporția de metanol nu a fost limitată de creșterea întîrzierii la autoaprindere și stabilirea unei funcționări inadmisibil de dure, care pare să fie caracteristică în cazul motorului convențional cu injecție directă [3].

Proporția limită de metanol se reduce odată cu sarcina. La sarcinile mici, nivelul regimului termic se micșorează și se manifestă pregnant dificultățile de aprindere a combustibilului.

Aceste dificultăți sînt atribuite rezistenței ridicate la autoaprindere a metanolului, accentuată de tendința de răcire mai puternică a aerului prin vaporizarea metanolului. Această constatare sugerează posibilitatea combaterii dificultăților menționate prin valorificarea efectului termic al aspirației parțiale în cilindru a gazelor arse, fierbinți. Recircularea gazelor arse fierbinți poate fi aplicată desigur numai la sarcini parțiale, la care există o rezervă suficientă de aer, această situație corespunde însă obiectivului urmărit, întrucît tocmai sarcinile parțiale reclamă aplicarea unei metode de ridicare a temperaturii încărcăturii cilindrului pentru facilitarea aprinderii și arderii combustibilului.

Cercetările preliminare efectuate au confirmat eficiența metodei recirculării gazelor la sarcinile mici. Astfel, s-a constatat că prin aplicarea unui grad de recirculare GR adecvat ($GR\ [\%] = 100\ m_{gr}/m_{gr} + m_{aer}$*) se pot corecta favorabil proporțiile limită de metanol la sarcini parțiale (fig. 1) [3]. Recircularea gazelor arse este favorabilă însă numai în anumite limite, care variază cu proporția de metanol în emulsie, cu regimul de funcționare a motorului și cu avansul la injecție ; la depășirea acestor limite randamentul efectiv al motorului scade și utilizarea metanolului în motorul diesel devine neeficientă. Asigurarea utilizării eficiente a metanolului impune, astfel, stabilirea corelației optime dintre proporția de metanol — gradul de recirculare — avansul la injecție — regimul de funcționare a motorului.

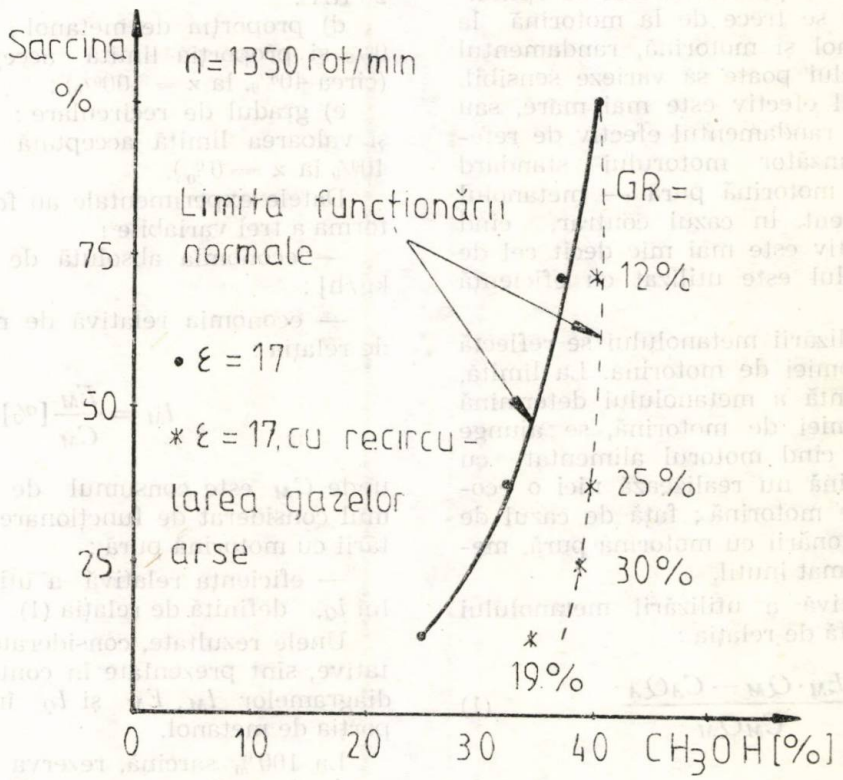


Fig. 1 Variația concentrației limită de metanol în emulsie, în funcție de sarcina motorului, în variantele fără și cu recircularea gazelor arse.

*) m_{gr}, m_{aer} — debitul de gaze recirculate, respectiv de aer

Condițiile optimizării

Un studiu de optimizare a corelației unor parametri trebuie să pornească de la definirea funcției-obiectiv, pentru care se urmărește maximizarea (sau minimizarea), precum și a restricțiilor impuse.

În cazul de față, funcția-obiectiv este evident economia de motorină E_M, realizată prin alimentarea parțială cu metanol. Întregul studiu de optimizare este subordonat cerinței de creștere la maximum a economiei de motorină.

Condițiile restrictive au rezultat treptat, în cursul cercetării. O primă condiție, impusă odată cu abordarea problemei utilizării metanolului, constă în menținerea puterii, P_e, egală cu a motorului funcționînd numai cu motorină P_{eM}. A doua condiție, impusă concomitent cu prima, a constat în respectarea gradului de fum GF limită acceptat pentru motorul funcționînd numai cu motorină.

O condiție restrictivă suplimentară a apărut drept importantă pentru studiul de optimizare. Atunci cînd se trece de la motorină la emulsia de metanol și motorină, randamentul efectiv al motorului poate să varieze sensibil. Dacă randamentul efectiv este mai mare, sau cel puțin egal cu randamentul efectiv de referință — corespunzător motorului standard funcționînd cu motorină pură — metanolul este utilizat eficient. În cazul contrar, cînd randamentul efectiv este mai mic decît cel de referință, metanolul este utilizat cu eficiență scăzută.

Ineficiența utilizării metanolului se reflectă în scăderea economiei de motorină. La limită, utilizarea ineficientă a metanolului determină anularea economiei de motorină, se ajunge astfel la situația cînd motorul alimentat cu metanol și motorină nu realizează nici o economie efectivă de motorină ; față de cazul de referință al funcționării cu motorină pură, metanolul este consumat inutil.

Eficiența relativă a utilizării metanolului l_Q poate fi definită de relația :

$$l_Q = \frac{E_M \cdot Q_M - C_A Q_A}{C_M Q_M} \qquad (1)$$

unde :

E_M este economia de motorină la alimentarea parțială cu metanol față de situația de referință, a funcționării cu motorină pură ;

C_A — consumul de metanol ;

Q_M, Q_A — puterea calorică a motorinei, respectiv a metanolului.

Numărătorul din relația (1) reprezintă diferența dintre căldura de reacție a motorinei economisite și căldura de reacție a metanolului consumat. Dacă randamentul efectiv al motorului se menține neschimbat, $l_Q = 0$; dacă randamentul motorului crește prin introducerea metanolului, $l_Q > 0$; în cazul contrar, $l_Q < 0$. În consecință, pentru utilizarea eficientă a metanolului în motor, se impune o limită inferioară admisibilă a lui l_Q.

Condițiile discutate au fost precizate astfel :

a) funcția-obiectiv ;

b) restricții : $P_e = P_{eM}$; $GF \leqslant 3{,}5$ u.B ; $l_Q \geqslant -0{,}05$

Aceste condiții au stat la baza studiului de optimizare.

Rezultate

Cercetările experimentale au fost efectuate la un stand de probe, cu motorul D-2156-HMN-8 prevăzut cu o instalație reglabilă de recirculare a gazelor și cu instrumentația de măsură corespunzătoare. Parametrii cercetați au luat în cursul cercetării următoarele valori:

a) sarcina : $\varkappa = 100$; 70 ; 40; 25; 10; 0%;

b) turația : $n = 2150$; 1700 ; 1350 rot/min;

c) avansul static la injecție $\beta_i = 28$; 24 ; 20°RA ;

d) proporția de metanol : variabilă între 0% și proporția limită acceptată de motor (circa 40%, la $\varkappa = 100\%$) ;

e) gradul de recirculare : variabil între 0% și valoarea limită acceptată de motor (circa 40% la $\varkappa = 0\%$).

Datele experimentale au fost prelucrate sub forma a trei variabile :

— economia absolută de motorină E_M, [în kg/h] ;

— economia relativă de motorină, definită de relația :

$$l_M = \frac{E_M}{C_M} [\%], \qquad (2)$$

unde C_M este consumul de motorină la regimul considerat de funcționare în cazul alimentării cu motorină pură ;

— eficiența relativă a utilizării metanolului l_Q, definită de relația (1).

Unele rezultate, considerate drept reprezentative, sînt prezentate în continuare sub forma diagramelor l_M, E_M și l_Q în funcție de proporția de metanol.

La 100% sarcină, rezerva redusă de aer nu a permis aplicarea recirculării gazelor arse. În figura 2, se observă că, la avansul la injecție 24°RA, economia (relativă) maximă de motorină se obține la 2120 rot/min și reprezintă circa 27%. Această situație favorabilă se datorește proporției ridicate de metanol, precum și ameliorării randamentului efectiv ($l_Q \approx +8\%$), ca urmare a modificării favorabile a desfășurării arderii. Economia importantă de motorină se înregistrează și la celelalte turații asociate unei anumite ameliorări a randamentului efectiv ; la toate turațiile, avansul optim la injecție a fost 24°RA.

La sarcina 70%, apare posibilitatea aplicării unui grad redus de recirculare a gazelor ; influența sa este însă defavorabilă, în toate cazurile investigate. Fără recirculare se realizează economii relative de motorină care variază între 17% (turație 1700 rot/min, avans 24°RA, 30% metanol) și 7% (turația 1700 rot/min, avans 20%, 35% metanol).

La regimul de 40% sarcină, se constată (în general) că recircularea fazelor arse devine interesantă, doar la proporții mari de metanol, de peste 30% (fig. 3). Economiile relative de motorină se mențin ridicate (peste 20% la 2150 rot/min, avans static 24°RA, 33% metanol), înregistrîndu-se și ridicarea randamentului efectiv (în aceleași condiții l_Q atinge circa +5%).

Avantajul recirculării este evident la sarcina de 10%, cu o dependență marcată a gradului optim de recirculare, în funcție de proporția de metanol. De exemplu, la turația de 2150 rot/min și avans la injecție 25°RA, se constată că recircularea devine eficientă la proporții de metanol de peste 12%. Cu un grad de recirculare de 17%, limtia utilizării eficiente a metanolului ($l_Q = 0$) se deplasează de la proporția de 17% metanol (fără recirculare) la 34% metanol (fig. 4). În aceste condiții se poate asigura creșterea economiei relative de motorină de la 7% la circa 20%.

În fine, la sarcină nulă, au putut fi realizate valori ridicate ale gradului de recirculare, cu avantaje deosebite sub aspectul proporției limită de metanol și a eficienței relative. La

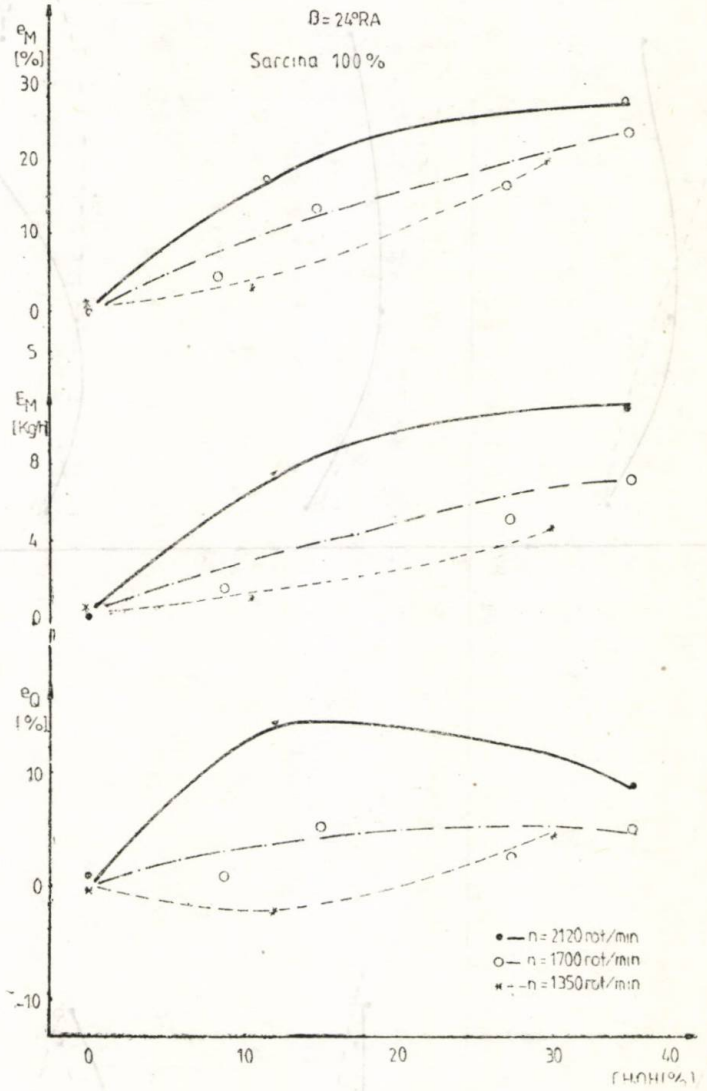


Fig. 2 Variația economiei relative l_M și absolute E_M de motorină și a eficienței utilizării metanolului l_Q, în funcție de proporția de metanol, la plină sarcină.

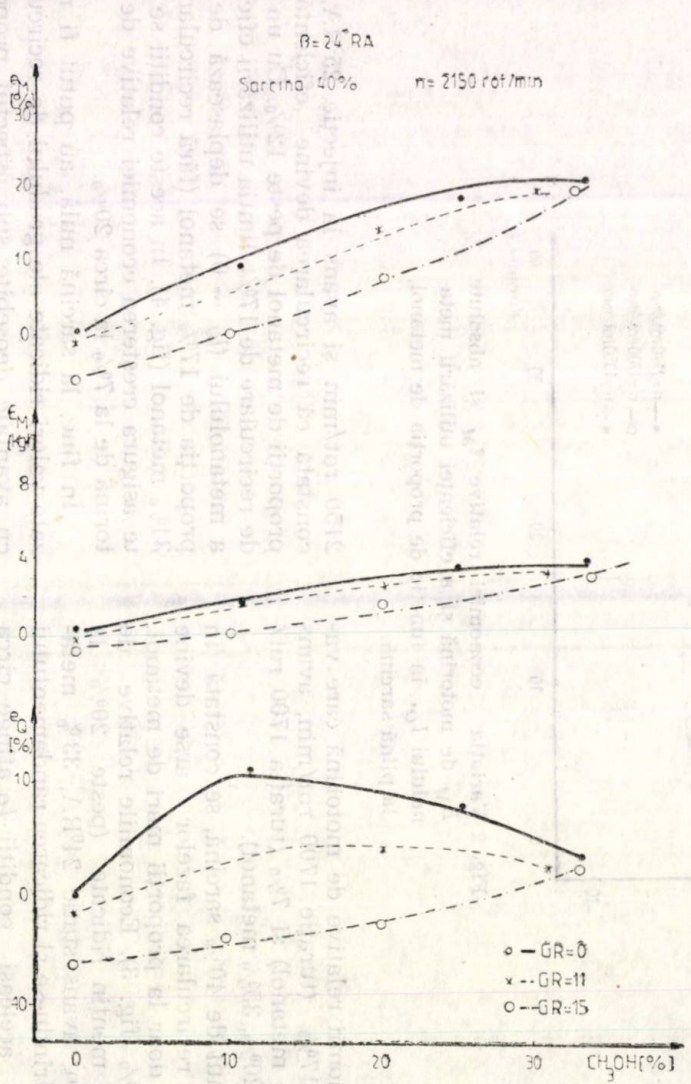


Fig. 3 Variaţia economiei relative l_M şi E_M de motorină şi a eficienţei utilizării metanolului l_Q, în funcţie de proporţia de metanol şi gradul de recirculare a gazelor GR, la 40% sarcină şi 2150 rot/min.

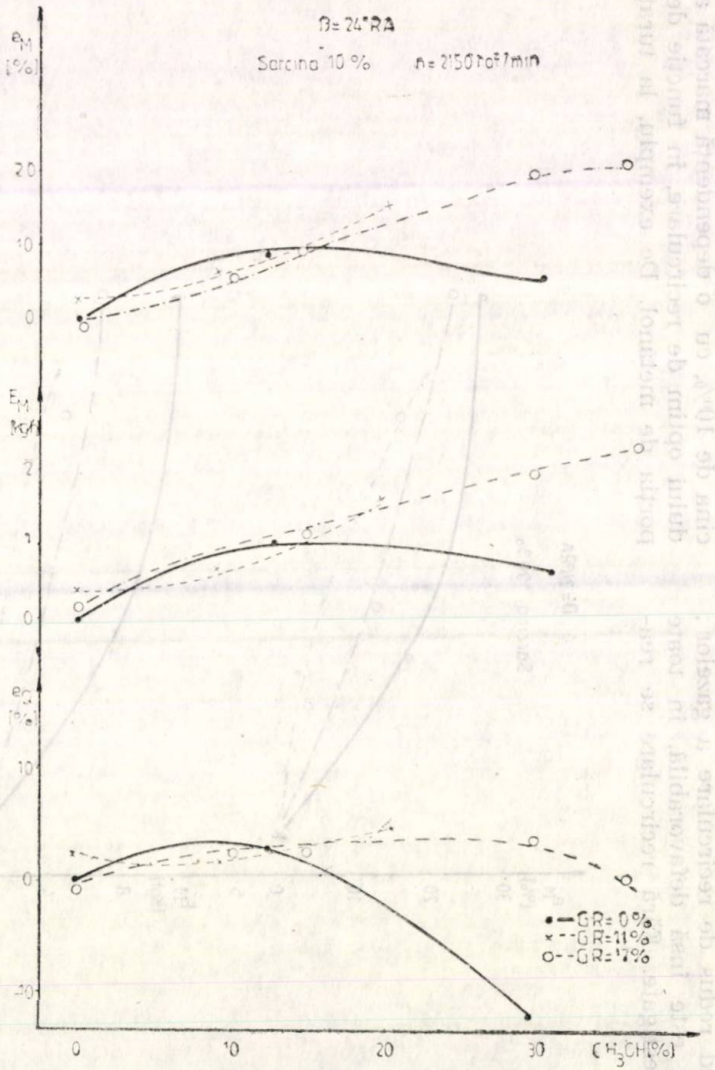


Fig. 4 Variaţia economiei relative l_M şi absolute E_M de motorină şi a eficienţei utilizării metanolului l_Q, în funcţie de proporţia de metanol şi gradul de recirculare a gazelor GR, la 10% sarcină şi 2150 rot/min.

1350 rot/min și avansul static la injecție 24°RA, spre exemplu, economia relativă de motorină este negativă pentru $GR = 0$, la orice proporție de metanol (l_Q este practic invers proporțională cu concentrația de metanol), ceea ce ilustrează accentuarea imperfecțiunilor arderii la regimul termic scăzut propriu acestui regim ; cu GR = 23% se obține același randament efectiv cu 20% metanol ca și în cazul 0% metanol ($l_Q = 0$) ; economia relativă de motorină atinge 10%.

După investigarea tuturor variantelor propuse se constată că avansul optim la injecție, pentru majoritatea variantelor, este 24°RA (static). Gradul de recirculare optim variază cu sarcina și turația ; dependența față de turație este însă suficient de redusă, pentru a se putea accepta o caracteristică de variație în funcție numai de sarcină (fig. 5).

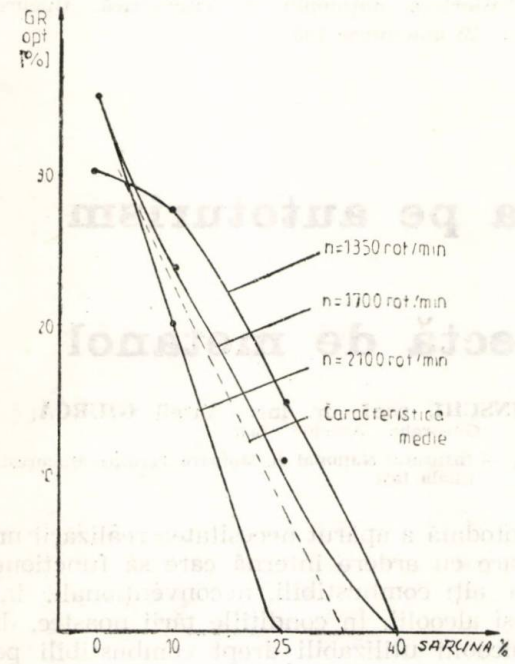


Fig. 5 Variația gradului optim de recirculare *GR*, în funcție de sarcină și turație, la o concentrație constantă de 20% metanol în emulsie.

În încheiere, s-a procedat la stabilirea corelației optime propuse, pe baza condiției economiei maxime de motorină, evaluate cu un ciclu de funcționare de referință, în care fiecare regim de sarcină și turație intervine cu o anumită pondere (tab. 1). Ciclul propus, caracterizat prin ponderea maximă acordată regimurilor medii de sarcină și turație (ponderea maximă la 70% sarcină și 1700 rot/min ar corespunde cazului cînd motorul echipează un autocamion cu regim de deplasare interurbană. În acest mod se evidențiază clar posibilitatea realizării unei economii relative medii l_M de motorină de 17% la funcționarea cu 30% metanol în emulsie și un avans static la injecție de 24°RA*. Recircularea gazelor arse, în proporții optime la fiecare regim de funcționare, determină o creștere suplimentară de numai 1%, la concentrații de 30% metanol (fig. 6). Oportunitatea unei instalații de recirculare a gazelor arse, prevăzută cu un sistem de reglare automată a gradului de recirculare, apare ca discutabilă.

Ponderea regimurilor de funcționare în ciclul de referință [%]

Tabelul 1

Turația [rot/min] \ Sarcina [%]	0	10	25	40	70	100
1300	2	3	4	6	12	1
1700	1	3	6	12	20	3
2100	1	2	3	7	13	1

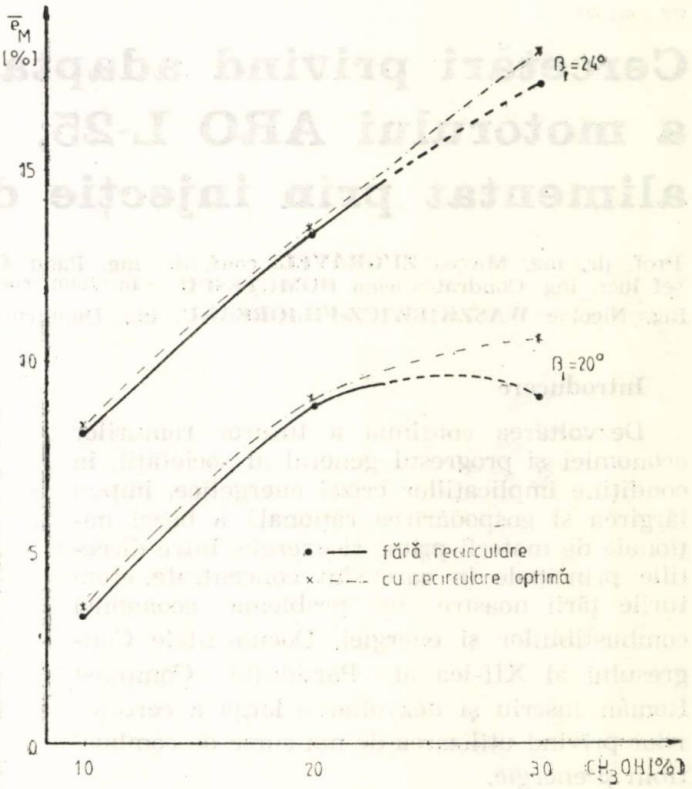


Fig. 6 Economia absolută medie $\overline{E}_M$ de motorină corespunzătoare funcționării după ciclul de referință, în funcție de proporția de metanol și avansul static la injecție, în variantele fără recirculare și cu grad optim de recirculare.

*) În varianta fără recirculare, proporția de 30% metanol poate fi respectată pînă la 25% sarcină, de la care trebuie redusă progresiv pînă la 20% metanol la mersul în gol ; în aceste condiții s-a calculat l_M.

Concluzii

1. Cercetarea a arătat posibilitatea optimizării funcționării motorului alimentat parțial cu metanol, fie sub aspectul asigurării economiei maxime de motorină, cu respectarea condiției unei eficiențe ridicate de utilizare a metanolului, fie sub aspectul economiei maxim maximorum de motorină, în condițiile funcționării normale a motorului.

2. Cercetarea a demonstrat posibilitatea funcționării normale a motorului și cu importante economii de motorină, dacă se asigură o proporție cvasiconstantă de metanol de ordinul 20—30%, în intervalul de sarcini 25%—100%, și se reduce treptat pînă la anulare proporția de metanol, în intervalul de sarcini 25—0%.

Cu un grad adecvat de recirculare a gazelor se asigură posibilitatea creșterii eficiente a proporției de metanol la sarcini mici ; soluția pretinde însă echiparea motorului cu o instalație de recirculare a gazelor, cu reglare automată a gradului de recirculare, iar creșterea suplimentară a economiei medii de motorină, pe un ciclu de funcționare a motorului, este relativ redusă.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Apostolescu, N. ș.a. :* Cercetări privind adaptarea unui motor diesel rapid la funcționarea cu amestecuri metanol-motorină. În revista „Construcția de Mașini", XXXV, 2—3 februarie-martie, 1983, p. 56—63.

[2] *Grünwald, B. ș.a. :* Über relativen Greuzanteilen des Methanols in Dieselölgemisch für den D-2156-HMN-8 Dieselmotor. A IV-a Conferință națională de motoare, automobile și tractoare Brașov, 19—20 noiembrie. 1982.

[3] *Baker, Q.A. :* Use of Alcohol-in-Diesel Fuel Emulsions and Solutions in a Medium-Speed Diesel Engine. S.A.E. Paper No. 810254, 1981.

[4] *Apostolescu, N. ș.a. :* Cercetări privind economia de motorină la alimentarea motoarelor diesel de autovehicule cu emulsii motorină-metanol. Conferința națională de energetică, București, 23—25 noiembrie 1983.

CZ : 621.431

Cercetări privind adaptarea pe autoturism a motorului ARO L-25, alimentat prin injecție directă de metanol

Prof. dr. ing. Mircea **ZUGRĂVEL**, conf. dr. ing. Radu **GAIGINSCHI**, conf. dr. ing. Virgil **GIURCA**, șef lucr. ing. Condrat-Adrian **HOMUTESCU** — Institutul politehnic „Gheorghe Asachi" Iași

Ing. Nicolae **WASZKIEWICZ-FILIOREANU**, ing. Dumitru **PAȘA** — Institutul Național de Motoare Termice București, filiala Iași

Introducere

Dezvoltarea continuă a tuturor ramurilor economiei și progresul general al societății, în condițiile implicațiilor crizei energetice, impun lărgirea și gospodărirea rațională a bazei naționale de materii prime și energie. Între direcțiile principale în care sînt concentrate eforturile țării noastre în problema economiei combustibililor și energiei, Documentele Congresului al XII-lea al Partidului Comunist Român înscriu și dezvoltarea largă a cercetărilor privind utilizarea de noi surse de combustibili și energie.

În acest context, în ultimii ani, preocupările susținute ale specialiștilor din industrie, cercetare și învățămînt au determinat perfecționarea construcției și fabricației motoarelor cu ardere internă și a autovehiculelor, o atenție deosebită fiind acordată reducerii consumurilor specifice de benzină și motorină și a emisiilor poluante.

Totodată a apărut necesitatea realizării unor motoare cu ardere internă care să funcționeze și cu alți combustibili, neconvenționali, între care și alcoolii. În condițiile țării noastre, dintre alcoolii utilizabili drept combustibili pentru motoare se detașează metanolul, a cărui producție — e drept în alte scopuri — este bine pusă la punct în numeroase combinate chimice.

Acum, alcoolii, incluși pe lista combustibililor pentru motoare, trebuie priviți nu ca înlocuitori ai altor combustibili de origină petrolieră, ci drept combustibili potențiali, care, atunci cînd devin disponibili, își găsesc prin ardere în motor o valorificare energetică superioară.

Motorul cu ardere internă alimentat cu alcooli constituie obiectul unor preocupări mai vechi ale specialiștilor [1, 2, 3]. La nivelul actual al tehnicii, preocupările privind realizarea de motoare alimentate cu alcooli reprezintă o etapă obligatorie în istoria motoarelor cu ardere internă și autovehiculelor.

Cercetările efectuate au demonstrat posibilitatea folosirii alcoolului drept combustibil pentru motoare, cu următoarele avantaje :

— rezistența mare la detonație ;

— posibilitatea măririi raportului volumetric ;

— umplerea mai bună a cilindrului ;

— performanțe sporite ale motorului sub aspectul puterii și economicității ;

— emisii poluante mai reduse.

Particularități ale utilizării metanolului drept combustibil pentru motoare

Înainte de a prezenta rezultatele cercetărilor privind alimentarea cu metanol a motorului ARO L-25 și a autoturismelor echipate cu aceste motoare, efectuate la Iași în colaborare, de către Laboratorul de motoare cu ardere internă al Institutului politehnic și Filiala Institutului Național de Motoare Termice, se analizează principalele aspecte teoretice și practice de care a trebuit să se țină seama și, în primul rînd, proprietățile fizico-chimice ale metanolului, privite prin prisma utilizării drept combustibil pentru motoare, în comparație cu proprietățile combustibililor derivați din țiței.

Molecula metanolului conține mult oxigen, participația masică a acestuia fiind de aproape 50%. De aceea, debitul de aer necesar pentru arderea stoechiometrică a metanolului este mai mic decît în cazul combustibililor convenționali, care conține foarte puțin oxigen. Astfel, dacă pentru arderea stoechiometrică a unui kilogram de benzină sînt necesare 13,8 ... 14,2 kg. aer, pentru arderea stoechiometrică a metanolului sînt necesare numai 6,46 kg aer/kg metanol.

La același coeficient al excesului de aer, debitul de aer în funcționarea cu metanol fiind de două ori mai mic, trebuie să se facă modificări la dispozitivele de formare a amestecului. În cazul carburatorului, dacă mărimea difuzorului rămîne aceeași, trebuie să se mărească jiclorul, iar în cazul echipamentului de injecție, la același debit masic de aer, trebuie să se mărească volumul corespunzător cursei active a pompei.

În comparație cu benzina, metanolul prezintă un raport mai mare între numărul atomilor de hidrogen și numărul atomilor de carbon. De aceea, prin arderea metanolului se formează o cantitate mai mare de vapori de apă și mai puțin bioxid de carbon, decît în cazul benzinei. Emisia de hidrocarburi nearse este mai redusă în cazul metanolului, în favoarea căruia pledează și argumentul că celelalte componente nocive sîntnocive sînt emise într-o măsură mult mai redusă. Menținerea curată a camerei de ardere constatată experimental [4], confirmă tendința redusă de formare a depunerilor, în cazul metanolului.

De asemenea, la funcționarea cu metanol pur, nu apar depuneri nici pe supapa de admisie și nici în carburator.

Puterea calorifică reprezintă o măsură pentru conținutul de energie în raport cu masa de combustibil. Dacă motorul funcționează la același regim de putere și cu același randament termic, în cazul cînd se utilizează diferiți combustibili, masa de combustibil introdusă în motor este invers proporțională cu puterea calorifică a acestuia. Puterea calorifică a metanolului este mai mică decît jumătate din puterea calorifică a benzinei.

De aceea, la aceeași putere efectivă și la același randament al motorului, cantitatea de combustibil necesară la funcționarea cu metanol este mai mare decît dublă, față de cazul cînd se utilizează benzina. O compensare parțială a acestui dezavantaj se poate obține printr-un randament sporit al motorului.

Căldura de vaporizare a metanolului este de 3,3 ori mai mare decît a benzinei și acționează în sensul răcirii amestecurilor combustibil-aer.

În cazul motoarelor cu carburator obișnuite funcționînd cu metanol nu este posibilă formarea amestecului cu o bună vaporizare a combustibilului, fără folosirea unor dispozitive auxiliare, care să realizeze și o preîncălzire a conductei de admisiune. La acest tip de alimentare, puterea maximă a motorului cu metanol se apropie de nivelul maxim al puterii motorului cu benzină.

Dacă metanolul este introdus în cilindru în stare lichidă, prin injecție, și se vaporizează abia în timpul cursei de comprimare, atunci lucrul mecanic de comprimare va fi mai mic, temperatura la sfîrșitul comprimării va fi mai joasă, și, prin aceasta, motorul funcționează cu un randament mai ridicat și sînt create premize pentru a dezvolta o putere mai mare.

Prin injectarea metanolului direct în cilindru, transferul de căldură de la pereții fierbinți ai camerei de ardere este suficient pentru a asigura vaporizarea rapidă a acestuia. Prin dirijarea aerului, în corelație cu avansul la producerea injecției reglat în mod corespunzător, se poate obține un amestec omogen în cilindrul motorului.

Un motor cu injecție directă, care funcționează cu metanol, prezintă o presiune medie efectivă cu circa 10% mai ridicată și, prin urmare, o putere mai mare.

Ca urmare, după încercările inițiale privind alimentarea motorului ARO L-25 cu metanol, prin carburație și prin injecție [4, 5, 6], lucrările au fost orientate spre crearea apara-

turii de injecție adecvate [7, 8], perfecționarea [9] și implementarea ei pe motor și pe autoturism, inclusiv corelarea debitului de metanol injectat cu cerințele autoturismului.

Soluții constructive. Rezultate

Cercetările privind injecția directă de metanol în cilindrii motorului ARO L-25 s-au efectuat fără modificarea parametrilor constructivi și de reglaj ai motorului alimentat prin carburație cu benzină.

Pentru alimentarea prin injecție cu metanol, lichid fără proprietăți de ungere, s-a folosit o aparatură originală, bazată pe pompa de tip în linie cu element separator [9]. Pompa utilizată, cu diametrul pistonașelor de 9 mm și cursa de 9 mm, asigură debite de metanol între 2—12 $cm^3/100$ injecții, funcționînd stabil la turații între 500—2200 rot/min. Injectoarele mecanice, de tip închis cu deschidere hidraulică, au fost reglate pentru o presiune de deschidere de 10 MPa.

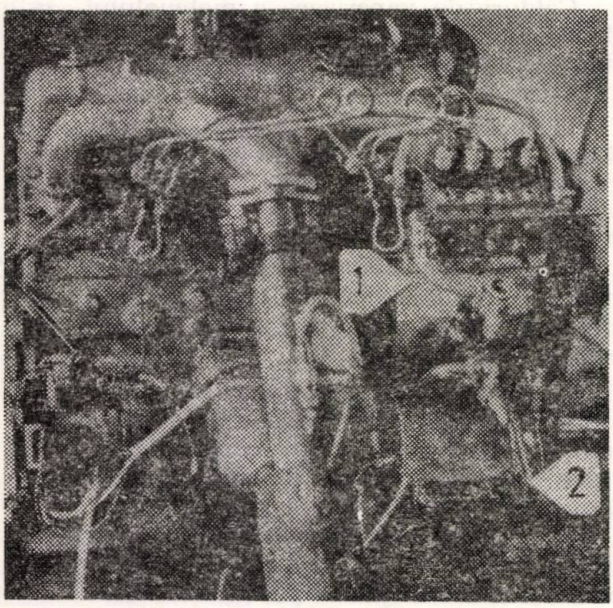


Fig. 1 Motorul ARO L-25 pe stand.

Pompa de injecție s-a montat pe un suport plasat lateral, pe aceeași parte a motorului ca alternatorul 2 (fig. 1 — motor ARO L-25 pe stand).

Antrenarea pompei poate fi urmărită pe figurile 2, a și 2 b, pe care se observă și amplasarea celorlalte elemente ale aparaturii de alimentare. Se observă că, pentru antrenarea pompei de injecție, s-a adaptat o curea dințată **3**, care transmite mișcarea de la roata **4**, plasată pe arborele cu excentrice al pompei de injecție **1** în raportul de transmitere 1 : 2. Întinderea curelei se realizează pe pinioanele de abatere **6** și **7**, pinionul **7** servind și pentru antrenarea alternatorului.

Pompa de apă este antrenată de la arborele cotit printr-o curea trapezoidală **8**, păstrîndu-se raportul de transmitere de pe motorul de serie.

Pe figura 2, a, se observă și amplasarea injectoarelor **9** și conductelor de înaltă presiune **10**.

Introducerea alimentării prin injecție ridică încă o problemă foarte importantă : reglajul simultan al debitului de aer și al debitului de combustibil, pentru a menține compoziția amestecului în corelare permanentă cu regimul de funcționare a motorului. Înlocuirea carburatorului prin pompa dozatoare de înaltă presiune, la motoarele cu combustibili ușor volatili, nu elimină, sau cel puțin, nu a eliminat încă clapeta de obturare de pe traseul de admisie. Într-adevăr, păstrînd aprinderea prin scînteie, trebuie ca, la schimbarea regimului de funcționare a motorului, compoziția amestecului să se mențină între limitele de inflamabilitate, adică să se asigure motorului caracteristica de dozaj optim, necesară.

În principiu, la fiecare regim de funcționare a motorului, trebuie să se asigure pătrunderea în cilindru a maselor corespunzătoare de aer și combustibil. În acest scop, este necesară modificarea simultană a poziției unei clapete de obturare de pe galeria de admisiune și a cremalierei pompei de injecție.

S-a adoptat o schemă de comandă-acționanare mecano-hidraulică a dozajului, care păstrează principiul cunoscut al comenzii clapetei de obturare a aerului prin pedala de accelerație a autovehiculului. Semnalul preluat de la pedala de accelerație nu se transmite direct clapetei, ci — atît pentru acționarea clapetei, cît și pentru deplasarea organului de comandă al pompei de injecție — se folosesc semnale obținute prin prelucrarea deplasării pedalei.

Dispozitivul realizat în formula enunțată mai sus (fig. 3) înglobează un ansamblu de acționare mecano-hidraulic, care răspunde comenzilor transmise de operator, prin cablul **11**, odată cu mișcarea pedalei de accelerație a automobilului.

Elementul de bază al dispozitivului îl constituie blocul de prelucrare mecanică a semnalului transmis de către operator, format din cama 12 de comandă a cremalierei **13** a pompei de injecție **1** și din cama **14** de comandă a poziției clapetei de obturare **15**.

Cama **12** de comandă a poziției cremalierei **13** și cama **14** de comandă a poziției clapetei de obturare **15**, se rotesc solidar, în jurul axului fix O_1, atunci cînd cablul **11** este deplasat.

Cama **12** acționează asupra cremalierei **13** a pompei de injecție **1**, prin intermediul unei transmisii hidraulice cu piston ; semnalul de

deplasare este preluat de către elementul hidraulic receptor **16** și transmis cremalierei **13** a pompei de injecție **1,** prin elementul hidraulic motor **17.**

Cama 14 acționează asupra clapetei de obturare **15,** prin intermediul unei pîrghii **18,** care se mișcă solidar cu clapeta de obturare **15** în jurul unui ax fix 0_2.

Corelarea celor două deplasări, a cremalierei **13** a pompei de injecție și a clapetei de obturare **15,** este determinată prin profilul celor două came.

Avînd în vedere dependența complexă a valorii celor două debite, a debitului de combustibil și a debitului de aer, de poziția cremalierei **13** a pompei de injecție și, respectiv, de poziția unghiulară a clapetei de obturare **15,** în condițiile funcționării motorului în regim variabil de sarcină și turație, profilul camelor **12** și **14** s-a determinat experimental.

Dispozitivul de comandă simultană a debitului de aer și a debitului de combustibil, prezentat mai sus, acoperă satisfăcător toate domeniile de sarcină ale motorului, asigurînd regimurile tranzitorii și pornirea.

Pentru asigurarea mersului în gol, este necesar un singur reglaj, acesta fiind în comanda debitului ciclic de combustibil. Cilindrul elementului hidraulic motor **17** se atașează la pompa de injecție **1,** prin intermediul unui suport de lungime reglabilă **19.**

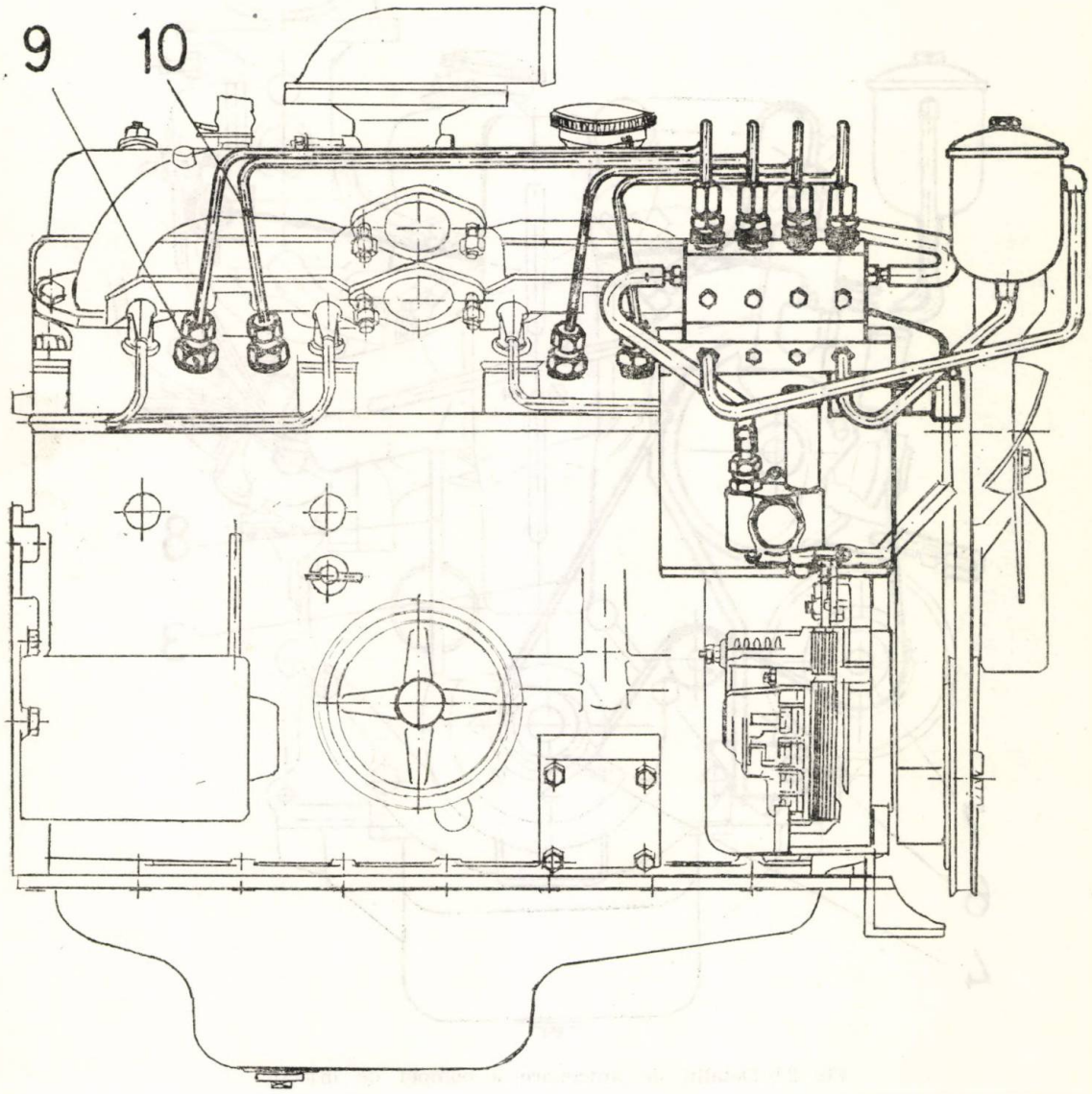


Fig. 2 a Amplasarea instalației de alimentare cu combustibil.

Modificînd lungimea suportului **19** se modifică poziția inițială a pistonașului elementului hidraulic motor **17** și, prin aceasta, dato-

rită existenței resortului **20**, poziția cremalierei **13**, corespunzătoare debitului minim de combustibil. În această situație, clapeta de obturare **15** trebuie să ofere secțiunea minimă de curgere a aerului către motor, stabilită prin construcția monturii clapetei.

Motorul astfel echipat a fost testat pe stand obținîndu-se caracteristica de turație la sarcină totală din figura 4, pe care s-au reprezentat, pentru comparație, aceleași mărimi determinate pentru motorul alimentat cu benzină prin carburație.

Consumurile specifice de căldură (kJ/kWh) s-au calculat cu puterea calorifică inferioară a benzinei de 43,9 MJ/kg și a metanolului de 19,5 MJ/kg.

Performanțele motorului, în varianta injecție directă, demonstrează clar avantajele soluției adoptate. Se observă creșterea puterii maxime efective cu 11% și a momentului maxim cu 9% față de benzină, în condițiile unui consum specific de căldură mai redus cu 15 . . 18%.

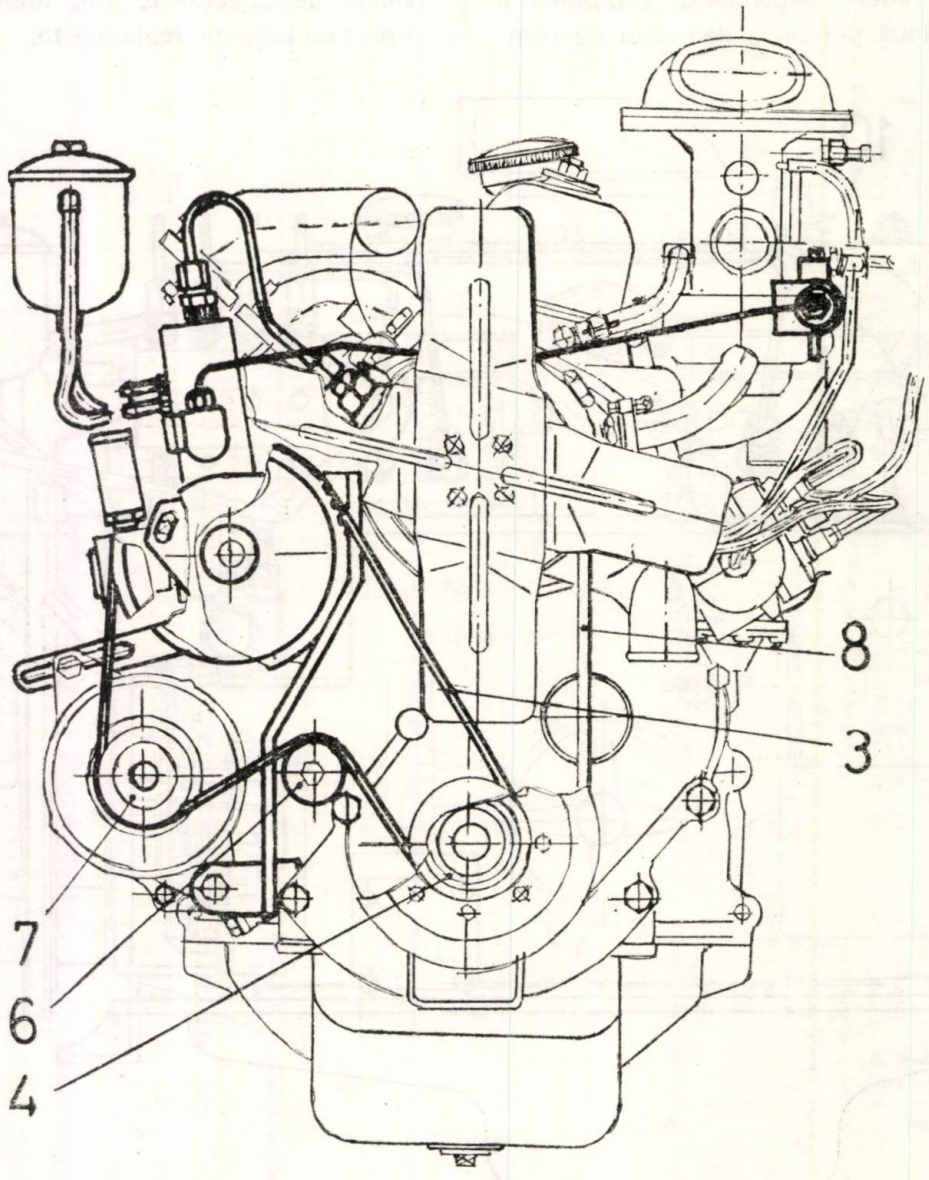


Fig. 2 b Detaliu de antrenare a pompei de injecție.

Principalele performanțe ale motorului ARO L-25, alimentat cu metanol prin injecție directă și prin carburație, sînt comparate cu performanțele motorului standard (benzină COR 90), în tabelul 1.

Motorul ARO L-25, în varianta de alimentare cu metanol prin injecție directă, a fost testat și pe un autoturism ARO, (fig. 5), instalarea echipamentelor de injecție specifice alimentării cu metanol fiind prezentată în figura

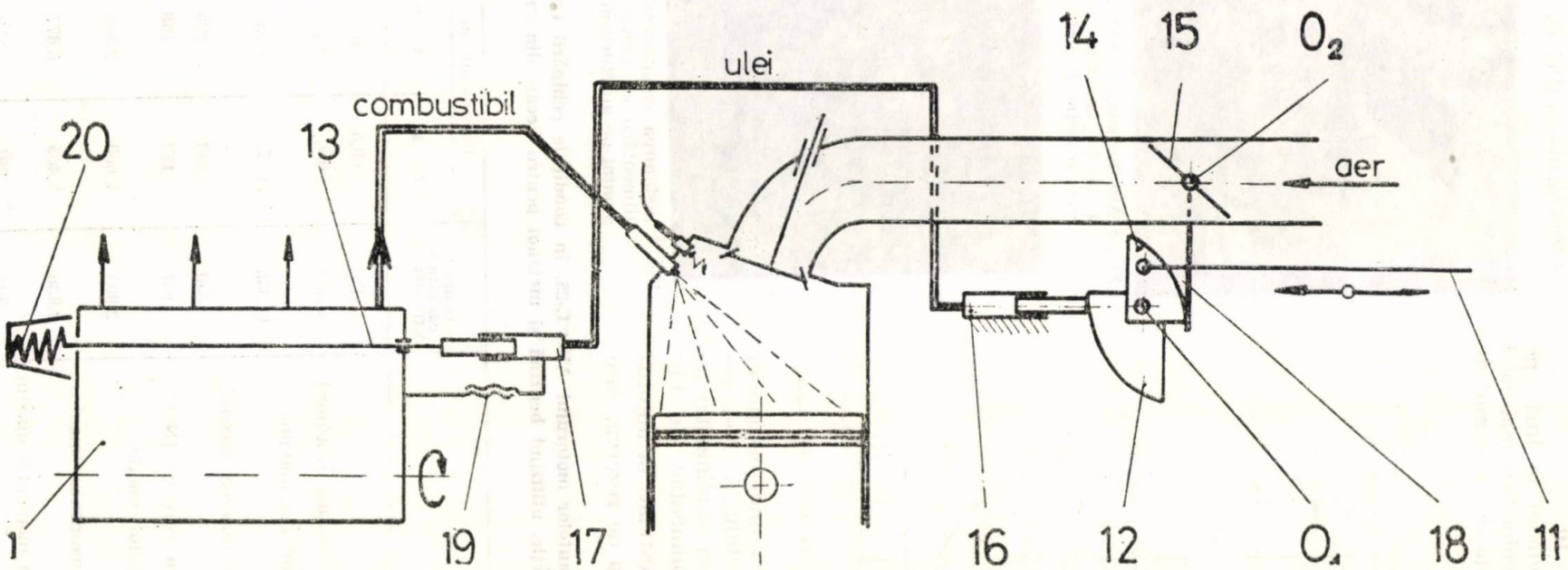


Fig. 3 Dispozitiv de acționare mecano-hidraulic pentru comanda simultană a debitului de aer și a debitului de combustibil.

6, pe care se văd clar pompa de injecție și conductele de înaltă presiune **10.**

Întrucît consumul de metanol în litri pe kilometru, datorită puterii calorifice mai mici ca a benzinei, este dublu față de consumul de

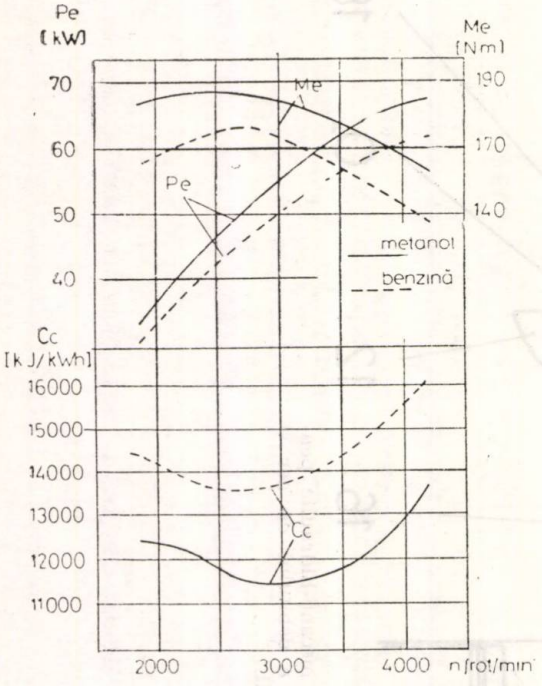


Fig. 4 Caracteristica de turație la sarcină totală.

benzină, în vederea asigurării unei autonomii corespunzătoare a autovehiculului, a fost necesar să se adauge un rezervor suplimentar de combustibil. Rezervorul suplimentar, de 140 litri s-a montat în spațiul destinat, la autoturismul standard, pentru roata de rezervă, care a fost montată pe un suport special pe spatele autovehiculului (fig. 7).

Fig. 5 Autoturismul ARO echipat cu motorul ARO L-25, în varianta de alimentare cu metanol prin injecție directă.

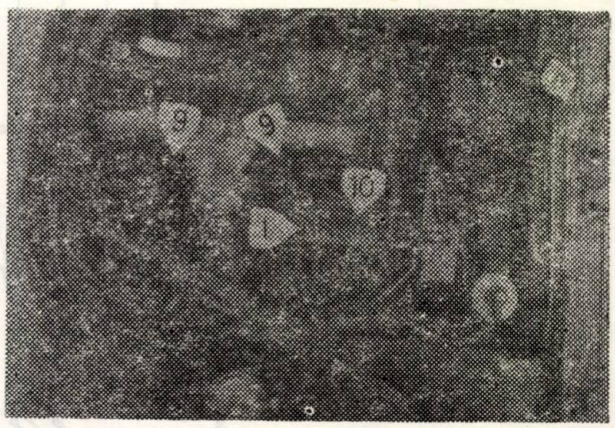


Fig. 6 Instalarea echipamentelor de injecție specifice alimentării cu metanol pe motorul ARO L-25 montat pe autoturismul ARO.

Tabel comparativ al performanțelor motorului ARO L-25, în condițiile echipării cu carburator și echipament de injecție, utilizînd benzină și metanol pentru fiecare din variante

Tabelul 1

Indicatorul	Benzină carburație NID 5564—75	Benzină injecție		Metanol carburație	Metanol injecție
		$\varepsilon = 8$	$\varepsilon = 9$	$\varepsilon = 8$	$\varepsilon = 8$
Puterea maximă efectivă [kW]	60	60,5	62,5	51	70
Turația corespunzătoare puterii maxime [rot/min]	4.000	4.000	4.100	4.000	4.000
Consum specific de căldură la puterea maximă [kJ/kWh]	11.338	11.075	9.535	10.263	9.459
Consum specific de combustibil la puterea maximă [g/kWh]	350	343	295	714	658
Momentul cuplului motor maxim corectat [N.m]	167	173	158	138	181
Turația corespunzătoare momentului maxim [rot/min]	2.800	2.600	2.800	2.000	2.400
Consum specific de căldură la momentul maxim [kJ/kWh]	9.836	9.405	8.877	9.145	8.442
Consum specific de combustibil la momentul maxim [g/kWh]	304	291	275	636	587

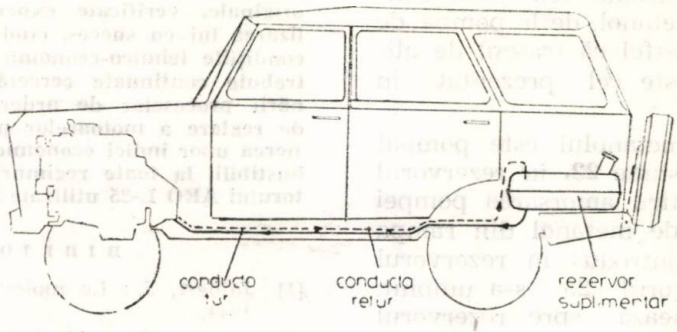


Fig. 7 Schema de amplasare pe autoturism a rezervorului suplimentar de metanol.

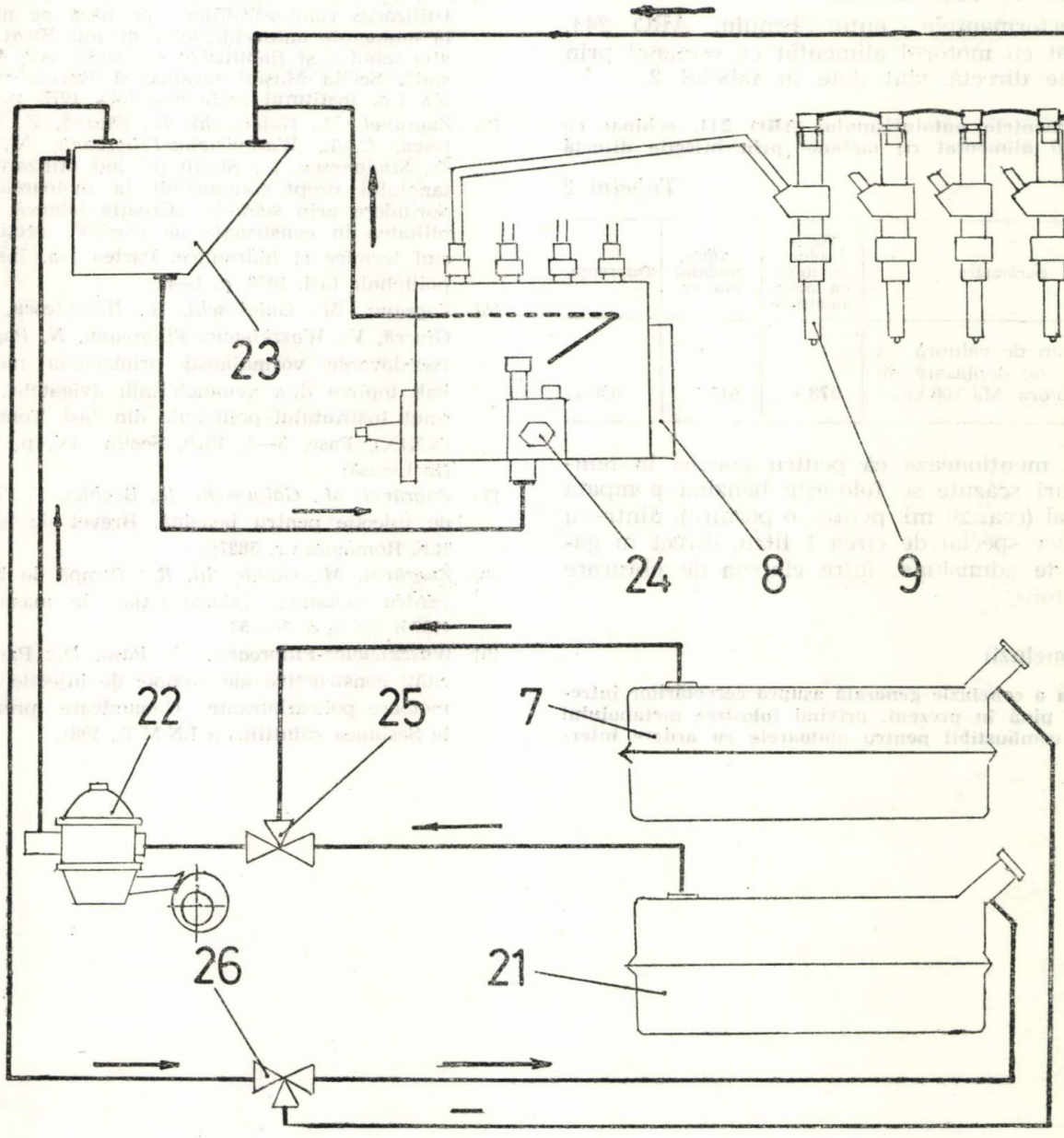


Fig. 8 Schema funcțională a instalației de alimentare cu combustibil utilizată pe autoturism.

A fost necesară și introducerea unor conducte de retur pentru metanol, de la pompa de injecție la rezervoare, astfel că traseul de alimentare cu metanol este cel prezentat în figura 8.

Din rezervorul **21** metanolul este pompat de pompa de joasă presiune **22**, în rezervorul tampon **23**, necesar pentru amorsarea pompei de injecție **1**. Excesul de metanol din rampa de alimentare este reintrodus în rezervorul tampon **23**. Dacă rezervorul **23**, s-a umplut, combustibilul se returnează spre rezervorul **21**. La golirea rezervorului principal **21**, prin robinetele **25** și **26** se comută funcționarea pe rezervorul suplimentar **27**.

În acest fel se asigură o autonomie de deplasare de minim 800 km.

Performanțele autoturismului ARO 244, echipat cu motorul alimentat cu metanol prin injecție directă, sînt date în tabelul 2.

Performanțele autoturismului ARO 244, echipat cu motorul alimentat cu metanol prin injecție directă

Tabelul 2

Parametrul	Automobilul echipat cu motor modificat	Automobilul martor	Diferență
Consum de căldură la viteza de deplasare de 70 km/oră, MJ/100 km	573,4	615,3	— 6,8%

Se menționează că pentru porniri la temperaturi scăzute se folosește benzina pompată manual (cca. 20 ml. pentru o pornire), dintr-un rezervor special de circa 1 litru, direct în galeria de admisiune, între clapeta de obturare și motor.

Concluzii

Ca o concluzie generală asupra cercetărilor întreprinse pînă în prezent, privind folosirea metanolului drept combustibil pentru motoarele cu ardere internă, se desprinde constatarea că s-au elaborat soluții originale, verificate experimental, care permit utilizarea lui cu succes, cînd va fi disponibil, sau cînd condițiile tehnico-economice îl vor impune. Totodată, trebuie continuate cercetările în vederea perfecționării proceselor de ardere și dezvoltării sistemelor de reglare a motoarelor policarburante, pentru obținerea unor indici economici superiori cu diferiți combustibili, la toate regimurile de funcționare ale motorului ARO L-25 utilizate în transporturi.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Jalbert, J.:* Le moteur à alcool. Paris, Dunod, 1944.

[2] *x x x:* Neun Kraftstoffen auf der Spur. Alternative Krafstoffe fur Kraftfahrzeuge. Bonn, 1974.

[3] *Schaffrath, M.:* Nichtkonventionelle Energiesysteme. MTZ, 1974, 35, nr. 10, s. 325—332.

[4] *Zugrăvel, M., Gaiginschi, R., Paşa, D., Filip, V.:* Utilizarea combustibililor pe bază de metanol la motoarele autovehiculelor de mic litraj. „Creația tehnică și fiabilitatea în construcția de mașini", Secția Mașini termice și hidraulice, Partea I-a, Institutul politehnic Iași, 1978, p. 7—10.

[5] *Zugrăvel, M., Gaiginschi, R., Giurcă, V., Homutescu, C.-A., Waszkiewicz-Filioreanu, N., Paşa, D., Simionescu, I.:* Studii privind utilizarea metanolului drept combustibil la motoarele cu aprindere prin scînteie. „Creația tehnică și fiabilitatea în construcția de mașini", Secția Mașini termice și hidraulice, Partea I-a, Institutul politehnic Iași, 1978, p. 1—6.

[6] *Zugrăvel, M., Gaiginschi, R., Homutescu, C.-A., Giurcă, V., Waszkiewicz-Filioreanu, N. Paşa, D.:* Issledovanie vozmojnosti primenenia metanola kak toplivo dlia avtomobilinih dvigatelei. Buletinul Institutului politehnic din Iași. Tom XXV (XXIX), Fasc. 3—4, 1979, Secția IV, p. 75—80. (In l. rusă).

[7] *Zugrăvel, M., Gaiginschi, R., Boghici, T.:* Pompă de injecție pentru benzină. Brevet de invenție R.S. România, nr. 58276.

[8] *Zugrăvel, M., Gaiginschi, R.:* Pompă de injecție pentru metanol. „Construcția de mașini," 31 (1979), nr. 1, p. 50—54.

[9] *Waszkiewicz-Filioreanu, N., Paşa, D.:* Particularități constructive ale pompei de injecție pentru motoare policarburante. Comunicare prezentată la Sesiunea științifică a I.N.M.T., 1981.

CZ : 621.431

Cercetări privind utilizarea amestecului de benzină-metanol la m.a.s.

Dr. ing. Nicolae **STOICA**, dr. chim. Nistor **DINU**, ing. Vladimir **SOARE**, ing. Liviu **DRĂGUȚAN**, ing. Adrian **TOMESCU**, ing. Zaharia **POTCOAVĂ** — I.N.M.T. București

Introducere

Criza mondială de energie, declanșată în deceniul 8, a impulsionat puternic dezvoltarea unor cercetări asupra posibilităților de obținere și utilizare, la motorul cu ardere internă, a unor combustibili nepetrolieri.

Printre acești noi combustibili se numără și metanolul (alcoolul metilic), care deși a fost utilizat prin 1930 la motoarele automobilelor de curse, abia în jurul anului 1973 a fost luat serios în considerare, ca înlocuitor parțial sau total al benzinei.

În lucrare, se prezintă rezultatele unor cercetări efectuate la I.N.M.T. în colaborare cu I.T.A.—C.I.U.T.M.R., în laborator și pe cale, pe un motor L-25, cu raport de comprimare 7,2 alimentat cu un amestec combustibil de benzină CO/R 75 și metanol.

Unele aspecte ale folosirii metanolului la alimentarea motorului cu ardere internă

Metanolul (CH_3—OH) face parte din grupa alcoolilor saturați și se caracterizează printr-o serie de calități datorită cărora poate fi utilizat la alimentarea motorului cu ardere internă. Astfel, acest alcool prezintă calități antidetonante ridicate, avînd cifra octanică de circa 115.

Rezistența la autoaprindere a amestecului metanol-benzină crește și ca urmare a răcirii puternice a aerului din cilindrul motorului, datorită faptului că pentru vaporizarea metanolului este necesară o căldură latentă de circa trei ori mai mare decît a benzinei.

Din acest motiv, reducerea de temperatură prin vaporizarea unui amestec stoichiometric de aer-metanol este de șase ori mai mare decît în cazul benzinei (122°C față de 22°C.) Prin urmare randamentul volumetric și puterea motorului cresc. Totodată este posibilă funcționarea motorului la rapoarte de comprimare mai mari, decît în cazul benzinei, fără pericolul apariției detonației, obținîndu-se astfel un spor de performanțe ale motorului.

Răcirea puternică a amestecului carburant (datorită căldurii foarte mari de vaporizare a metanolului) conduce la formarea unei pelicule de metanol pe traseul de aspirație și, în cazul motorului cu aprindere prin scînteie, la o ardere incompletă. Sînt deci necesare măsuri care, printr-o preîncălzire a amestecului carburant (format în exterior), să preîntîmpine acest neajuns, fără a afecta sensibil randamentul volumetric.

Deoarece limitele de inflamabilitate ale metanolului sînt mai largi ($\lambda = 2$, față de $\lambda = 1{,}4$ la benzină), este posibilă folosirea unor amestecuri mai sărace ceea ce constituie un avantaj.

Metanolul este foarte solubil în apă și mai puțin solubil în fracțiunile petroliere. În prezența apei, în soluțiile cu fracțiuni petroliere, metanolul se separă. Pentru evitarea separării metanolului, în soluțiile cu fricțiuni petroliere se adaugă aditivi emulgători, care trebuie să fie neutri din punct de vedere chimic și să aibă un preț de cost scăzut.

Prepararea acestor soluții (amestecuri de benzină — metanol) implică prezența unei aparaturi al cărei preț de cost este acoperit de prețul de cost scăzut al metanolului.

Toxicitatea vaporilor de metanol nu este de neglijat, dar aceasta este mult mai mică decît cea a produșilor chimici ai plumbului.

Metanolul are o acțiune corozivă directă asupra unor materiale din care sînt executate anumite piese ale motorului, sau acționează prin intermediul unor compuși (acidul formic) ce iau naștere în timpul arderii și care măresc uzura chimică a segmenților și a cămășii de cilindru în partea superioară.

Puterea calorifică a metanolului este circa jumătate din cea a benzinei, sau a motorinei și, prin urmare, un motor cu ardere internă trecut direct de la funcționarea pe benzină, la funcționarea pe metanol, va dezvolta o putere mai mică.

Compoziția gravimetrică a metanolului arată că procentul de carbon și hidrogen ($C = 37{,}5\%$, $H = 12{,}5\%$) reprezintă 50%, cealaltă jumătate fiind formată din oxigen ($O = 50\%$). În cazul benzinei și motorinei suma $C+H$ este de peste 98%.

Prezența unei cantități de oxigen de 50% în molecula metanolului este avantajoasă din punctul de vedere al arderii sale în motorul cu ardere internă, deoarece reduce cu 50% necesarul minim de aer și face posibilă redresarea puterii motorului. Acest conținut de oxigen din molecula metanolului creează posibilitatea ca în aceeași cantitate de aer, aspirată de

motor, să se ardă de două ori mai mult metanol decît benzină, coeficientul de dozaj rămînînd constant.

În aceste condiții, puterea calorifică a amestecului metanol-aer devine aproximativ egală cu cea a amestecului benzină-aer și deci puterea motorului se redresează. Se înțelege că este necesar ca orificiile de dozare să fie mărite și, pentru a nu reduce prea mult autonomia autovehiculului, trebuie de asemenea, reconsiderat și volumul rezervorului de combustibil.

Funcționarea motoarelor actuale folosind drept combustibil metanolul pur ridică încă o serie de probleme sub aspectul pornirii și al uzurii motorului.

Rezultate promițătoare prezintă, însă, utilizarea unor amestecuri, în diverse proporții de benzină-metanol sau motorină-metanol.

În acest mod apar următoarele posibilități :

— economisirea unei cantități de combustibil (benzină sau motorină) prin substituirea ei cu metanol ;

— proporțional cu această cantitate substituită, scade concentrația de produși ai plumbului din gazele de eșapament la arderea benzinelor etilate ;

— în cazul unor amestecuri de benzine inferioare cu metanol, este posibilă renunțarea la tratarea acestor benzine cu tetraetil de plumb, rolul tetraetilului de plumb fiind preluat de către metanol (în acest fel produșii plumbului din gazele de eșapament vor fi complet absenți).

În cadrul I.N.M.T., a fost elaborată rețeta unui amestec combustibil benzină-metanol, aditivat corespunzător pentru a permite utilizarea lui pînă la temperatura de —25°C, chiar în prezența a pînă la 1% apă.

În cazul particular al motorului L-25, pentru a se evita formarea unei pelicule de amestec benzină-metanol, pe pereții traseului de aspirație, precum și efectele nefavorabile ale acestei pelicule, s-a procedat la mansonarea galeriei de admisie și la circulația de apă caldă (luată din circuitul de răcire al motorului), prin golul dintre manșon și galerie (fig. 1 și 2).

Pentru a asigura debitul necesar de combustibil, au fost efectuate cercetări, în vederea modificării orificiilor la jiclorul principal, la cel de aer și la cel de suprasarcină.

Rezultatele obținute

Cu motorul L-25, echipat în varianta standard funcționînd cu benzină CO/R 90, au fost ridicate toate caracteristicile conform STAS 6635-82, care au constituit datele de referință. După aceea, în vederea funcționării cu amestec benzină CO/R 75—metanol, galeria de aspirație a fost pregătită așa cum s-a menționat anterior în figurile 1 și 2. În continuare, cercetarea a urmărit să determine tarajul jicloarelor astfel încît, pe caracteristica de turație la sarcină totală, performanțele motorului, alimentat cu amestec benzină CO/R 75 — metanol, să fie echivalente cu cele obținute în varianta standard.

În figurile ce urmează, se prezintă, comparativ, rezultatele obținute pe stand și pe cale, în cele două variante notate prescurtat :

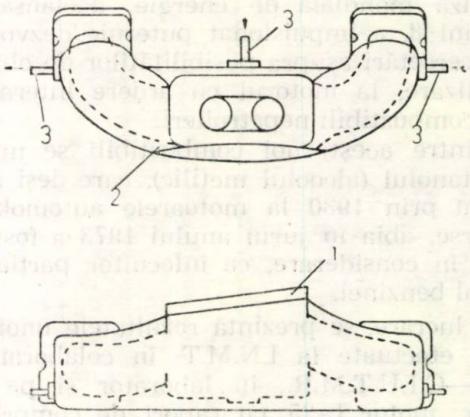


Fig. 1 Galeria de aspirație manșonată pentru varianta 2.
1 — galeria de aspirație ; 2 — manșon din tablă de aluminiu ; 3 — știuțuri.

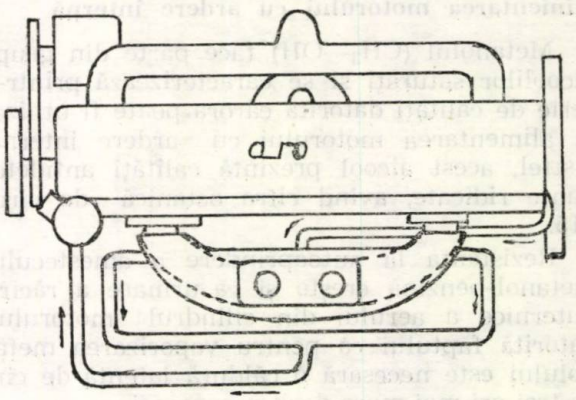


Fig. 2 Circuitul apei de încălzire a galeriei de aspirație pentru varianta 2.

— varianta 1, adică cea cu motorul așa cum este echipat de către uzină și funcționînd cu benzină CO/R 90 ;

— varianta 2, adică cea cu motorul cu galeria de aspirație manșonată (și cu circulație de apă caldă), cu un nou taraj al jicloarelor aceluiași carburator (W-250) și funcționînd cu amestec de benzină CO/R 75 — metanol.

Varianta 2 reprezintă rezultatul optim al unui mare număr de variante de cercetare, care au înglobat diverse combinații între jiclorele de combustibil și aer.

În figurile 3—9 se prezintă o comparație a rezultatelor obținute cu cele două variante, pe stand, la sarcina totală și la sarcini parțiale. În aceste figuri, s-au efectuat următoarele notații :

— P_{ec}, puterea efectivă corectată a motorului, [C.P.] ;

— M_e, cuplul motor, [kgf.m] ;

— t_g, temperatura gazelor de ardere la evacuare, [°C] ;

— C, consumul orar de combustibil, [kg/h] ;

— c_e, consumul specific energetic, [Kcal/C.P.h].

— C_b, consumul de benzină din amestecul de benzină CO 75 — metanol, [kg/h] ;

— p_{me}, presiunea medie efectivă, [kgf/cm²] ;

— n, turația motorului [rot/min].

metanol, mai mică decît cea a benzinei CO/R 90, consumurile specifice energetice fiind însă practic egale ;

— diferențele dintre ordonatele curbei C, corespunzătoare variantei 1, și dintre ordonatele curbei C_b reprezintă economia de benzină realizată prin substituirea ei cu metanol și variază între 2 și 5 kg/h, adică între 18 și 30 % ;

— avantajul economic obținut are un triplu aspect, deoarece se funcționează cu benzină CO/R 75 (în loc de CO/R 90), o parte din benzina CO/R 75 este substituită cu metanol, iar consumurile specifice energetice sînt mai reduse la varianta 2.

În figurile 4—8, se redau numai comparații ale consumurilor orare și ale celor specifice

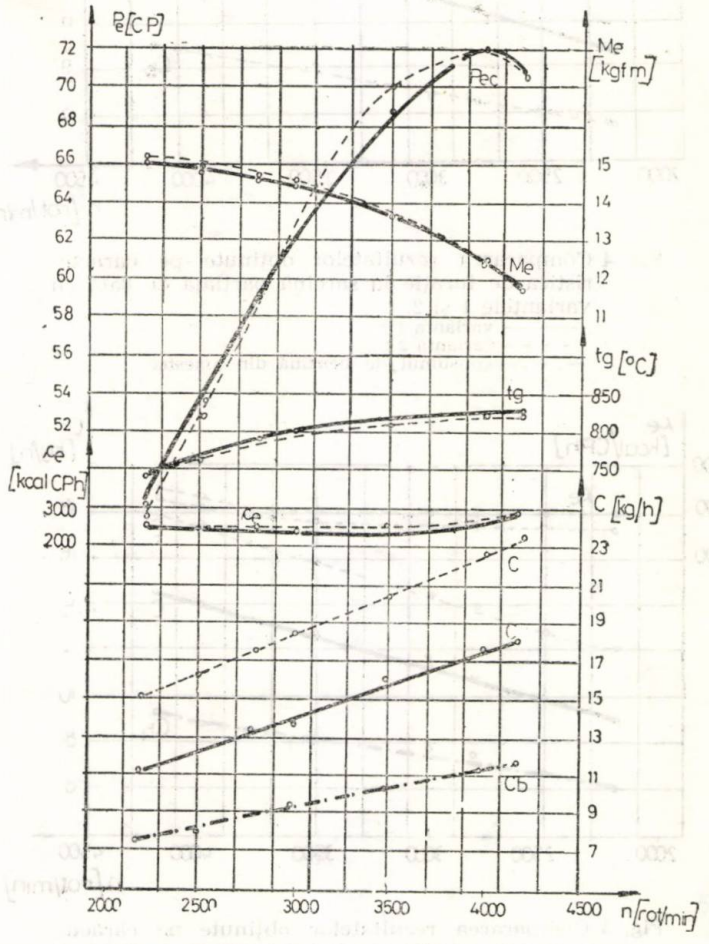


Fig. 3 Compararea rezultatelor obținute pe caracteristica de turație la sarcină totală cu, variantele 1 și 2.

——— varianta 1 ;
- - - - - varianta 2 ;
—.—.— consumul de benzină din amestec

Din figura 3, se constată următoarele :

— la performanțe aproximativ egale (P_e, M_e, t_g și c_e), în întreaga gamă de turații cercetată, consumul orar de combustibil este mai mare la varianta 2, ca urmare a puterii calorice a amestecului de benzină CO/R 75 și energetice de combustibil, performanța de putere fiind, la toate sarcinile parțiale, mai bună la varianta 2. În plus temperaturile gazelor produse de ardere, la varianta 2, sînt inferioare sau egale cu cele de la varianta 1.

Din aceste figuri se desprind următoarele observații :

— în întreaga gamă de sarcini și turații se mențin însemnate economii, ca urmare a substituirii benzinei cu metanol ;

acest motiv, trecînd de la relanti la sarcini mici și mijlocii, pentru a obține aceeași încărcare la frînă, la o aceeași turație, a fost necesară o mai mare deschidere a clapetei de accelerație la varianta 2.

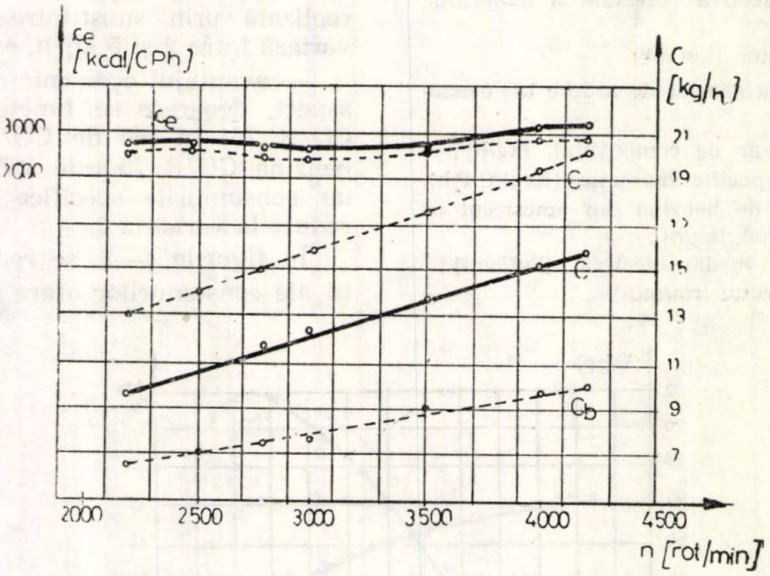


Fig. 4 Compararea rezultatelor obținute pe caracteristica de turație la sarcină parțială de 85% cu variantele 1 și 2.
——— varianta 1 ;
- - - - - varianta 2 ;
—.—.— consumul de benzină din amestec

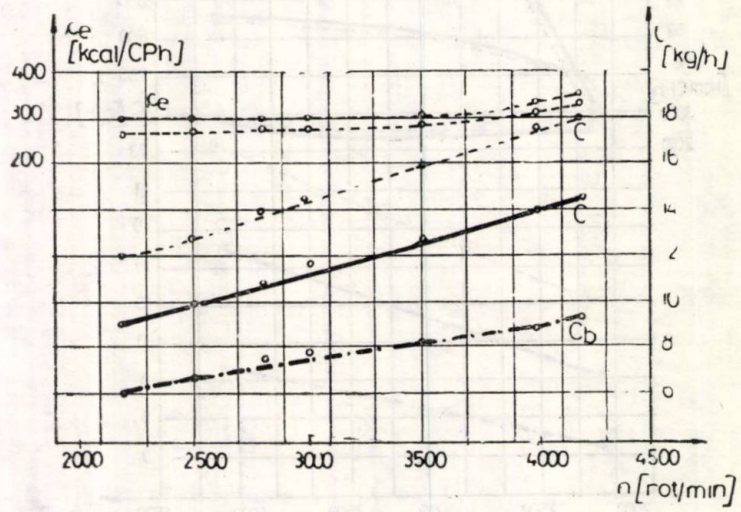


Fig. 5 Compararea rezultatelor obținute pe caracteristica de turație la sarcină parțială de 70 % cu variantele 1 și 2.
——— varianta 1 ;
- - - - - varianta 2 ;
— — — consumul de benzină din amestec

— pe măsură ce se trece la sarcini mai mici apar, la varianta 2, reduceri de consum specific energetic care, la sarcina de 25%, depășesc 14%.

Menționăm că jiclorul de relanti și găurile de progresiune au rămas neschimbate prin trecerea de la varianta 1 la varianta 2. Din

În această situație, la varianta 2, în raport cu varianta 1 s-au produs următoarele efecte :

— o umplere mai bună a cilindrilor ;

— o sărăcire a dozajului, ca urmare a unei dezamorsări mai timpurii a jiclorului de relanti și a găurilor de progresiune, care, după cum

se știe, livrează motorului un amestec carburant bogat, amestec în care combustibilul este insuficient pulverizat ;

— o intrare mai devreme în funcție a jiclorului principal, care livrează motorului un amestec carburant mai bine format și la un dozaj mai puțin bogat în raport cu cel furnizat de către găurile de progresiune.

În figura 9, s-au suprapus curbele de izoconsum obținute cu cele două variante.

Din această comparație, se observă următoarele :

— polul de consum minim este același la ambele variante (2520 Kcal/CP.h), însă este plasat la turații diferite (2500 rot/min la varianta 2) ;

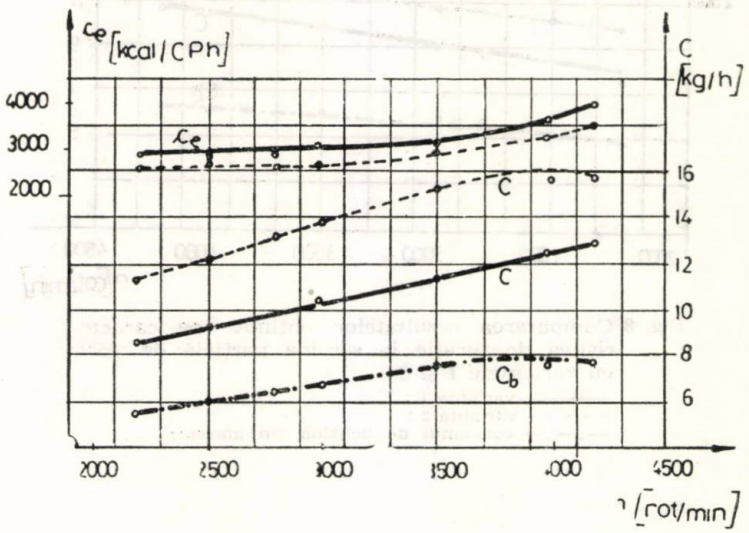


Fig. 6 Compararea rezultatelor obținute pe caracteristica de turație la sarcina parțială de 55% cu variantele 1 și 2.
——— varianta 1 ;
- - - - - varianta 2 ;
—.—.— consumul de benzină din amestec

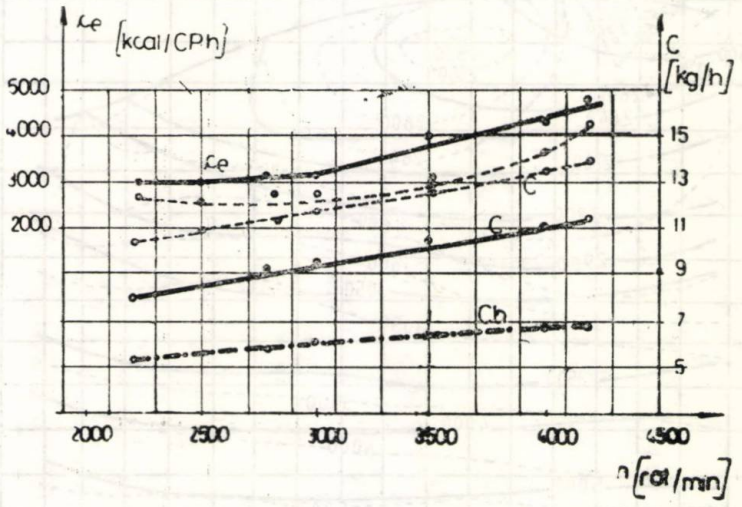


Fig. 7 Compararea rezultatelor obținute pe caracteristica de turație la sarcina parțială de 40% cu variantele 1 și 2.
——— varianta 1 ;
- - - - - varianta 2 ;
—.—.— consumul de benzină din amestec

Efectele menționate explică reducerile de consumuri specifice energetice obținute pe caracteristicile de turație la sarcini parțiale.

— în zona sarcinilor foarte mari, diferențele de consum dintre cele două variante sînt reduse, deoarece tarajul jicloarelor, ales la

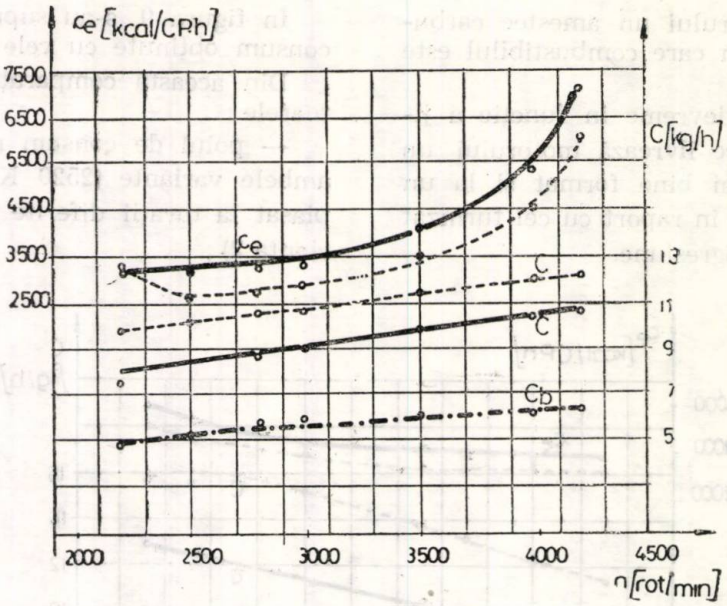


Fig. 8 Compararea rezultatelor obținute pe caracteristica de turație la sarcina parțială de 25% cu variantele 1 și 2.

——— varianta 1 ;
- - - - - varianta 2 ;
—.—.— consumul de benzină din amestec

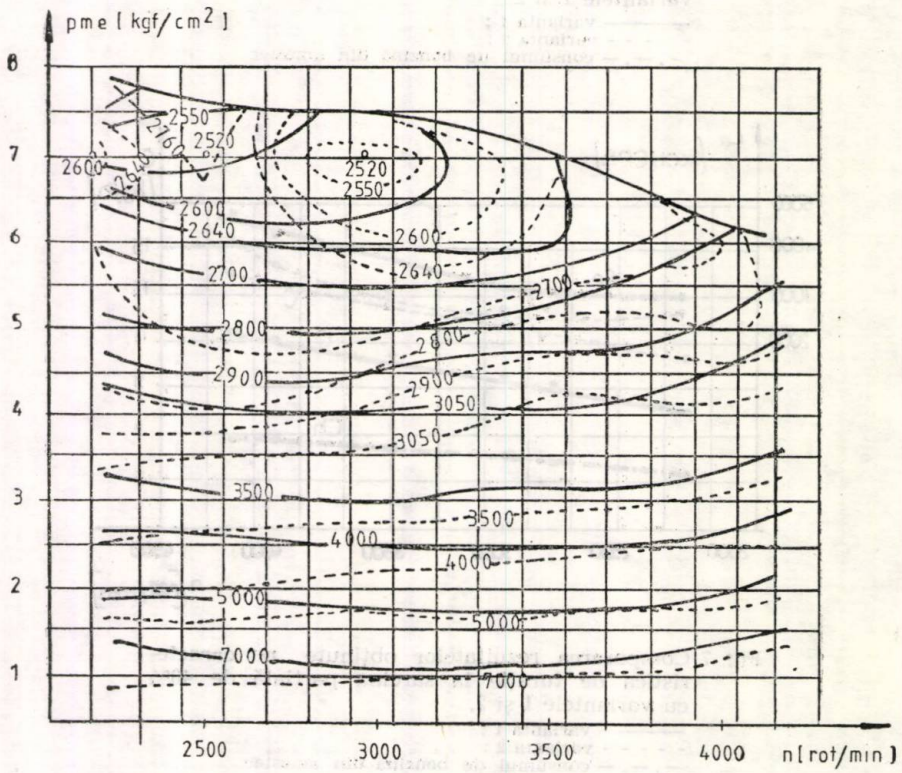


Fig. 9 Compararea topogramelor curbelor de izoconsum specific energetic la cele 2 variante.

——— varianta 1 ;
- - - - - varianta 2 ;

varianta 2, a fost cel care pe caracteristica de turație la sarcină totală asigură aceleași performanțe cu varianta 1 ;

— curbele de izoconsum, cuprinse în intervalul 2700—7000 Kcal/CP.h, sînt mai avantajos plasate la varianta 2, indiferent de sarcină și turație.

Încercările pe cale, au fost efectuate pe trei autoutilitare TV dotate cu motoare L-25. Autoutilitarele au fost puse la dispoziția I.N.M.T. cu șoferi, de către I.T.A.—C.I.U.T.M.R. cercări de dinamicitate conform standardelor în vigoare.

Consumurile de combustibil obținute pe cale, cu variantele 1 și 2, pe cele trei autoutilitare sînt prezentate în figurile 10—12.

Reducerile de consum de benzină prin substituirea ei cu metanol (varianta 2) sînt următoarele :

— 4÷6 l/100 km, adică 36—37,5 %, la autoutilitara 33—B—795 ;

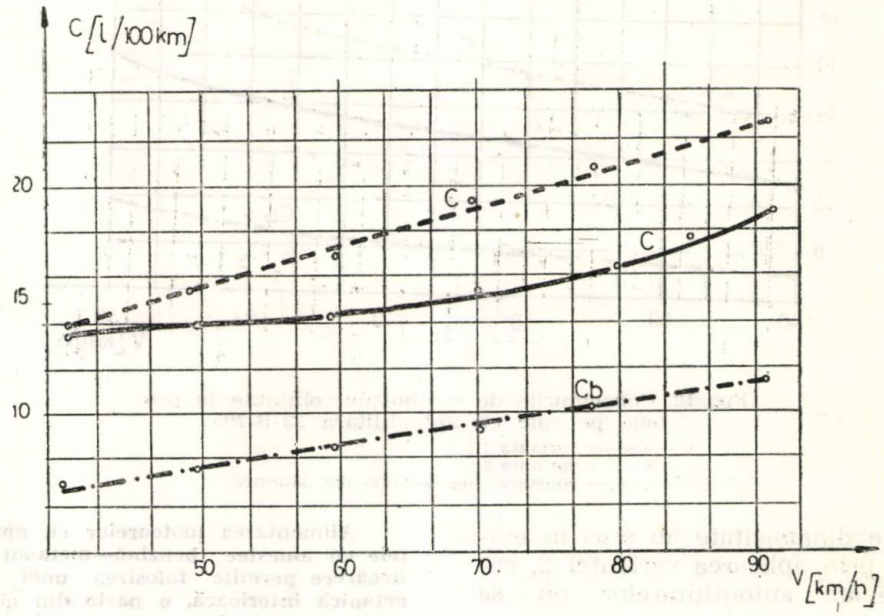


Fig. 10 Consumurile de combstibil obținute în probele de cale cu autoutilitara 36-B-3324.
——— varianta 1 ;
- - - - - varianta 2 ;
—.—.— consumul de benzină din amestec

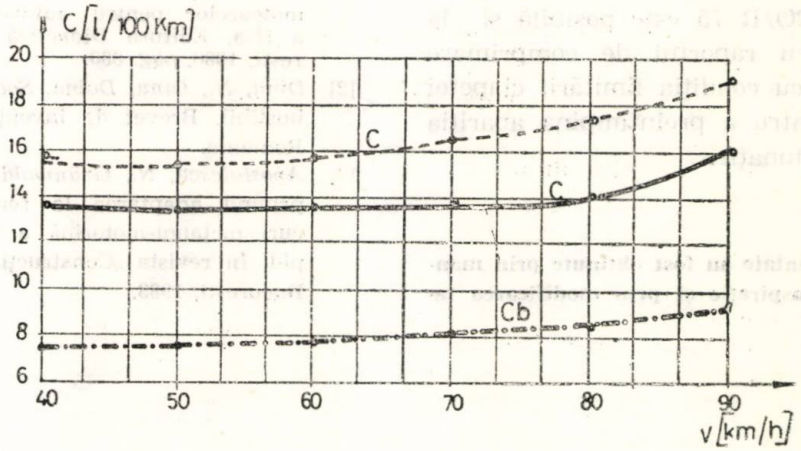


Fig. 11 Consumurile de combustibil obținute în probele pe cale cu autoutilitara 36-B-4091.
——— varianta 1 ;
- - - - - varianta 2 ;
—.—.— consumul de benzină din amestec

Pe cale, au fost efectuate măsurări de consum de combustibil la viteze stabilizate și în-

— 5—6,8 l/100 km, adică 25,6—42,5%, la autoutilitara 36—B—4091 ;

— 5—7,5 l/100 km, adică 33,7—40,5%, la autoutilitara 36—B—3324.

Diferențele de consum de combustibil de la o autoutilitară la alta, precum și mărimea diferită a reducerilor de consum, se explică, în primul rînd, prin gradul diferit de uzură și prin modul de echipare (cu sau fără dublă tracțiune) al autoutilitarelor supuse cercetării.

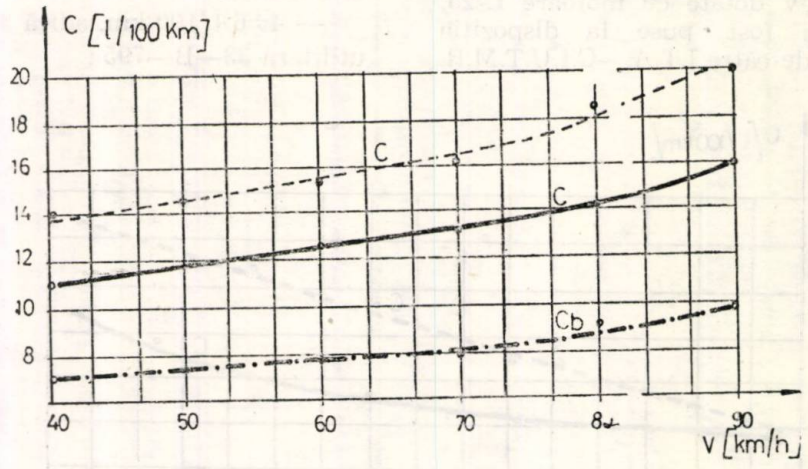


Fig. 12. Consumurile de combustibil obținute în probele pe cale cu autoutilitara 33-B-795.
——— varianta 1 ;
- - - - - varianta 2 ;
—.—.— consumul de benzină din amestec

Încercările de dinamicitate au scos în evidență faptul că prin aplicarea variantei 2, calitățile dinamice ale autoutilitarelor nu se înrăutățesc.

Rezultatele prezentate au fost obținute, așa cum s-a menționat, pe motoare L-25, cu raport de comprimare de 7,2.

Aplicarea soluției de alimentare cu amestec metanol-benzină CO/R 75 este posibilă și la motoarele L-25, cu raportul de comprimare mai mare de 7,2 cu condiția limitării clapetei de accelerație, pentru a preîntîmpina apariția fenomenului de detonație.

Concluzii

Rezultatele prezentate au fost obținute prin mansonarea galeriei de aspirație și prin modificarea tarajului jiclorului principal și al jiclorului de suprasarcină și a duzei de aer, fără a modifica diametrul difuzorului sau legea de avans la declanșarea scînteii electrice.

Rezultatele pot fi îmbunătățite prin determinarea unei secțiuni minime optime a difuzorului și prin stabilirea unei legi optime de avans la declanșarea scînteii electrice.

Alimentarea motoarelor cu aprindere prin scînteie cu amestec benzină—metanol este avantajoasă, deoarece permite folosirea unei benzine cu cifră octanică inferioară, o parte din aceasta este substituită cu metanol, iar consumurile specifice energetice sînt mai reduse la varianta benzină—metanol, în raport cu varianta standard, fără a afecta puterea.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Grünwald, B.:* Teoria, calculul și construcția motoarelor pentru autovehicule rutiere. Ediția a II-a, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980, pag. 880.

[2] *Dinu, N., Dinu, Doina, Soare, V.:* Amestec combustibil. Brevet de invenție nr. 71636/30.04.1979, România.

[3] *Apostolescu, N., Grünwald, B. și alții:* Cercetări privind adaptarea la funcționarea cu amestecuri metanol-motorină a unui motor diesel rapid. În revista „Construcția de Mașini" nr. 2—3, București, 1983.

CZ : 621.892.2

Ulei multigrad de tip M 15 w 40 Super 3 destinat motoarelor diesel supraalimentate

Dr. chim. Nistor **DINU**, chim. Iulian **TRANCĂ** — I.N.M.T. București
Dr. ing. Marin **ILISEI**, dr. ing. Ion **PETRE** — I.C.I.T.P.R. Ploiești

Generalități

În condițiile crizei mondiale actuale de energie și materii prime, problemele principale care se pun în domeniul lubrificației motoarelor cu ardere internă sînt :

— micșorarea consumului de ulei ;

— reducerea pierderilor de putere datorate frecărilor interne ;

— creșterea fiabilității motoarelor.

Consumul de ulei, împreună cu pornirea la temperaturi scăzute, sînt influențate de o serie de factori, dintre care cea mai mare importanță revine caracteristicelor reologice ale uleiului.

În ultimele decenii, proiectanții și constructorii de motoare cu piston au contribuit la micșorarea consumului de ulei, prin optimizarea pistoanelor, a segmenților și supapelor, prin tratarea cămășilor de cilindru. Introducerea în exploatare a uleiurilor multigrade, în locul celor monograde, a condus la avantaje deosebite în reducerea consumului de ulei, în facilitarea pornirii la rece și în prelungirea vieții motoarelor. Totodată, utilizarea acestei categorii de uleiuri contribuie la micșorarea pierderilor de putere datorate frecărilor interne, rezultînd astfel și o reducere a consumului specific de combustibil.

O problemă dificilă care apare la elaborarea acestor uleiuri este alegerea viscozității minime, pentru menținerea uzurii diferitelor cuple cinematice din motor peste limitele prescrise de constructor.

Volatilitatea uleiului este un alt factor care influențează, într-o măsură oarecare, consumul de ulei. De aceea, la elaborarea acestei categorii de uleiuri se are în vedere folosirea unor fracțiuni de bază omogene și bine rafinate, cu volatilitate cît mai redusă.

Calitatea și cantitatea aditivilor, caracteristici ce dau nivelul de performanță a uleiului, pot contribui la reducerea consumului de ulei, datorită prelungirii perioadei de schimb. De exemplu, utilizarea unui ulei aditivat la nivel „super 3", ca înlocuitor al unui „super 2", permite — în funcție de tipul motorului și condițiile de exploatare-dublarea perioadei de schimb, conducînd la importante economii de ulei.

Caracterizarea uleiului M 15 w 40 Super 3, în urma determinărilor și încercărilor de laborator

Uleiurile multigrade au fost folosite cu prioritate la ungerea motoarelor cu aprindere prin scînteie. La ora actuală, uleiurile multigrade sînt acceptate, pe scară tot mai largă în Europa, la ungerea motorelor diesel. Majoritatea producătorilor de ulei și constructorilor de motoare au acceptat, fără rețineri, în cele mai multe cazuri, pentru climatul temperat european, plaja de vîscozitate SAE 15 w 40, care s-a dovedit a da maximum de protecție contra uzurii în special pentru lagăre, asigurînd și pornirea ușoară a motorului la rece. Noi cercetări au permis, totodată, sinteza unor noi tipuri de aditivi polimeri, de mare eficacitate pentru elaborarea acestei categorii de uleiuri, cu o foarte bună stabilitate la procesele de forfecare termică și mecanică.

Uleiul multigrad M 15 w 40 Super 3 a fost elaborat pentru a satisface regimurile de solicitare mecanică, termică și chimică, la care este supus în motoarele diesel supraaplimentate. El satisface condițiile impuse de specificația MIL-L-2104 C (D) la încercarea pe motoare standard și condițiile de serviciu din clasificarea API-CD.

În condițiile climatului temperat din țara noastră, acest ulei asigură pornirea ușoară a motoarelor pe timp de iarnă și funcționarea cu uzură minimă la temperatura de regim. El a fost formulat și obținut ca ulei unic pentru toate anotimpurile.

Determinările de laborator au pus în evidență caracteristicile fizico-chimice specifice clasei de vîscozitate SAE 15 w 40, precum și gradul înalt de aditivare corespunzător nivelului „super 3" la care a fost elaborat (tab. 1).

Pentru verificarea nivelului de performanță, uleiul M 15 w 40 Super 3 a fost încercat pe diferite motoare standard :

— rezistența la oxidare și tendința de coroziune a cuzineților pe standurile Petter W1 și Labeco L-38 ;

— detergența exprimată prin cantitatea și natura depunerilor la temperaturi ridicate în zona segmenților pe standurile MWM(A), Petter AV1 și Caterpillar 1-G ;

— detergența/dispersanța la temperaturi joase, în condiții „stop und go", pe standul FIAT 600 D.

Caracteristicile fizico-chimice ale uleiului M 15 w 40 Super 3

Tabelul 1

Densitatea relativă, [d_4^{20}, g/cm³]	0,889
Vîscozitatea cinematică	
— la 98,9°C, [cst]	15,31
— la 50°C, [cst]	60,56
— la 37,8°C, [cst]	111,15
— la —17,8°C, [cP(CCS)]	4900
Vîscozitatea convențională	
— la 50°C, [°E]	8,38
Indice de vîscozitate (IVE)	141
Temperatură inflamabilitate, *M*, [°C]	228
Punct de curgere, [°C]	—25
Forfecarea Bosch (scăderea vîsc. cin. la 100°C, [%]	10,7
Conținut de cenușă (sulfat), [%]	1,58
Conținut elemente din aditivi, [ppm]	
Calciu	5830
Zinc	1670
Fosfor	1390
Cifra de bazicitate totală (TBN—ASTM D664), [mg KOH/g]	8,47
Cifra de aciditate totală (TAN), [mgKOH/g]	3,61
Proprietăți de spumare — tendința spumare/stabilitate :	
[ml] la 24°C	0/0
[ml] la 93,5°C	20/0
[ml] la 24°C (rev.)	0/0

În tabelele 2 și 3 sînt prezentate rezultatele testării (pe motoare monocilindrice standard) specifice uleiurilor din „seria 3".

Rezultatele încercării uleiului M 15 w 40 Super 3 pe standul Labeco L-38 (40 h)

Tabelul 2

Depuneri de lac	**Note de merit**
— fusta pistonului	10
— capac culbutori	10
— capac tacheți	10
— pereți cilindru	10
— baie ulei	10
— capac carter	10
Depuneri de mîl	**Note de merit**
— culbutori	10
— capac culbutori	10
— capac tacheți	10
— sita pompei de ulei	10
— baia de ulei	10
— capac carter	10
Creșterea cifrei de aciditate totală, [mgKOH/g]	0,82
Creșterea vîscozității la 37,8°C, [%]	31
Pierderea în greutate a cuzinelor Cu/Pb, [mg]	29

Rezultatele încercărilor efectuate pe motoare standard demonstrează că uleiul M 15 w 40 Super 3 prezintă o comportare foarte bună în condițiile variate de solicitare mecanică, termică și chimică studiate.

Rezultatele încercării uleiului M 15 w 40 Super 3 pe standul Caterpillar 1-G (480 h)

Tabelul 3

Depuneri de cărbune	
— în canalul 1, [%] vol.	75
— în canalul 2, [%] supr. acop.	86
— în canalul 3, [%] supr. acop.	curat
— pe cordonul 1, [%] supr. acop.	72
— pe cordonul 2, [%] supr. acop.	4
— pe suprafața seg., [%] supr. acop.	curați
— pe fusta pistonului, [%] supr. acop.	curată
— în filtru de ulei [%]	curat

Comportarea uleiului M 15 w 40 Super 3 în instalația de ungere a motoarelor diesel supraalimentate

Uleiul multigrad de tip M 15 w 40 Super 3 formulat cu aditivi românești s-a cercetat în circuitul de ungere al unui motor diesel supraalimentat (MTU 6 V 331 TC 42), ce a funcționat în regim staționar conform ciclurilor de încercare din STAS 6635-76. Pe parcursul probelor de stand, parametrii funcționali ai uleiului s-au menținut în limitele indicate de constructor :

— presiunea uleiului :
  la 110 rpm — 5,2 bari ;
  la 1600 rpm — 5,5 bari ;
  la 2300 rpm — 5,7 bari ;
— temperatura uleiului în carter :
  la 1100 rpm — 75°C ;
  la 1600 rpm — 82°C ;
  la 2300 rpm — 103°C ;
— căderea de temperatură pe răcitorul de ulei (Δt_u);
  la 1500 rpm — 4°C ;
  la 2300 rpm — 6°C.

În tabelul 4 sînt cuprinse valorile principalelor determinări efectuate in laborator, determinări specifice stabilirii perioadei optime de schimbare a uleiului.

Din determinările efectuate, s-a constatat că, după 8 cicluri de utilizare în motor (cca 25 h), aditivul polimer utilizat în tehnologia de aditivare a acestui ulei este supus unui proces de forfecare ireversibilă (mecanică și termică), exprimat prin scăderea vîscozității la 100°C, cu 12% din valoarea inițială, uleiul rămînînd totuși în limtele clasei SAE 15 w 40, conform cerințelor specificației MIL-L-2104 D. Cantitatea de insolubile totale s-a menținut pe parcursul utilizării uleiului la valori coborîte ; la sfîrșitul perioadei de încercare de

Evoluția caracteristicilor fizico-chimice ale uleiului M 15 w 40 Super 3 în instalația de ungere a motorului MTU 6 V 331 TC 42 funcționînd în condiții de stand

Tabelul 4

Caracteristici fizico-chimice determinate	Ore funcționare		
	25 h	100 h	200 h
Viscozitate cinematică la 98,9°C, [cSt]	13,44	13,20	12,99
Variația viscozității ($\Delta\nu_{98,9}$), [%]	—12,21	—13,78	—15,51
Temperatură inflamabiliate, M, [°C]	225	224	218
Conținut de apă (dist.), [%]	lipsă	lipsă	lipsă
Insolubile totale în n-C_7H_{16}, [%]	0,12	0,29	0,44
Conținut de cenușă (sulfat), [%]	1,60	1,67	1,63
Cifra de bazicitate totală (TBN-ASTM D664), [mgKOH/g]	8,09	6,98	6,12
Cifra de aciditate totală (TAN), [mg KOH/g]	3,76	3,86	4,83
Conținut de elemente de uzură, [ppm]			
Fier	4,1	16,4	7,2
Aluminiu	0	0	0
Crom	4,6	2,3	1.4
Nichel	0	0	0
Cupru	2,5	2,7	2.4
Staniu	0	0	0
Plumb	0	0	0

Obs. : Probele „100 h" și „200 h" sînt contaminate cu motorină.

200 ore nu a depășit 0,50%. Aceasta demonstrează că uleiul încercat prezintă o foarte bună capacitate de inhibare a proceselor de oxidare, la care este supus în motor, și că amestecarea cu produse de ardere a fost minimă. Scăderea cifrei de bazicitate a uleiului, după 200 ore, nu a depășit 30% din valoarea uleiului proaspăt, aceasta demonstrînd că la sfîrșitul probelor de stand uleiul mai posedă o mare rezervă de alcalinitate.

Elementele de uzură, rezultate în principal din frecarea cuplelor cinematice din motor, s-au determinat cu un spectroscop cu absorbție atomică. Conținutul total de elemente de uzură din ulei, la sfîrșitul perioadei de încercări, se situează la valori foarte scăzute (sub 25 ppm). Aspectul curbei dinamicii impurificării cu fier, ca principal element de uzură, este „regresiv", demonstrînd că la regimurile utilizate în condiții de stand, uleiul M 15 w 40 Super 3 a prezentat proprietăți lubrifiante (antiuzare și antifrecare) foarte bune.

Performanțele tehnico-economice realizate de motorul diesel supraalimenat, încercat (MTU 6 V 331 TC 42) cu acest ulei, se încadrează în prevederile documentației :

— puterea nominală realizată a fost de 625 CP la 2300 rpm față de 610 CP prevăzut ;

— consumul specific de combustibil la cuplul maxim a fost de 160 g/CP.h față de 167 g/CP.h ;

— consumul specific de ulei a fost de 1,22 g/CP.h față de 1,5 g/CP.h.

La demontare, s-a observat că pe piesele principale cu care uleiul vine în contact în circuitul de ungere (cap piston, primul segment și canal, celelalte canale și segmenți, fundul și fusta pistonului, supape etc.) nu apar depuneri (tari sau moi). Măsurările efectuate înainte și după probele de stand demonstrează că uzurile la principalele cuple cinematice se încadrează în limitele admise.

Concluzii

Analiza fizico-chimică și chimică de laborator, încercările aspectările și măsurătorile pe diferite motoare standard specifice, comportarea în instalația de ungere a unui motor diesel supraalimentat, demostrează că uleiul multigrad românesc M 15 w 40 aditivat la nivel de performanță „super 3", este compatibil cu tipul motorului căruia îi este destinat, cu condițiile de solicitare mecanică și termică ale acestuia în regim staționar, precum și cu conținutul de sulf total din combustibilul utilizat în instalația de injecție.

CZ : 621.891
531.43/.46

Noi aspecte ale fenomenelor de frecare-uzură caracteristice lagărelor de alunecare cu pereți subțiri și proprietăți autolubrifiante, executate din bandă multistrat

Dr. chim. Nistor, **DINU**, ing. Nadejdea Emilia **COSMESCU**, ing. Cornel **BRATU**, ing. Mihail **COSMESCU**, tehn. pr. Ștefan **STANCU** — I.N.M.T. București

Folosirea lagărelor autolubrifiante s-a extins foarte mult în numeroase domenii de activitate, cum ar fi construcția de autovehicule, de aparate de măsură și control, de echipamente electrocasnice, în industria alimentară și farmaceutică etc.

Dintre materialele cu proprietăți de autoungere, cel mai folosit este politetrafluoretilena (PTFE) care, în cazul frecării uscate, oferă cuplei fus — lagăr cel mai mic coeficient de frecare dintre două materiale solide în contact, dar prezintă și inconveniente : conductibilitatea termică redusă, coeficientul de dilatare termică-mare, rezistență mecanică scăzută și rezistență mică la uzură [1].

Aceste inconveniente au fost eliminate prin utilizarea unor lagăre cu o structură complexă, realizate din bandă multistrat (fig. 1), cuprinzînd în principal un strat de oțel suport 1 de care este fixat un strat de bronz sinterizat cu particule sferice, acesta din urmă fiind ulterior impregnat cu un amestec de PTFE și aditivi 2. Suprafața interioară a lagărului este acoperită cu o peliculă foarte subțire din același amestec de PTFE și aditiv 3. În figura 1 a este pezentată structura lagărului într-o zonă neuzată, iar în figura 1 b, într-o zonă uzată.

În funcționare, bronzul sinterizat asigură rezistența mecanică și transmiterea căldurii, iar PTFE și aditivul au rolul de lubrifiant. Performanțele tribologice sînt net superioare lagărelor executate din PTFE masiv, dar sînt condiționate de structura stratului de bronz sinterizat și de calitatea și proporția aditivului din PTFE.

În articolul de față, se prezintă noi aspecte ale fenomenelor de frecare — uzură, observate în cazul unei cuple de frecare fus-lagăr, în cazul în care fusul este confecționat din oțel 28 T M C 12 STAS 791-80, iar lagărul din bandă multistrat cu structura prezentată anterior.

Lagărele supuse cercetării au fost montate pe un stand specializat, cu cuplă de frecare fus-lagăr, reprezentat schematic în figura 2. Forța de încărcare normală F_N este transmisă prin intermediul pîrghiei 1 la furca port-rulment **2**, în care se găsește, fixat pe axul **3**, un rulment radial-oscilant cu bile **4**. Lagărul 8, care urmează să fie supus încercărilor de anduranță, este presat în bucșa **7** care este strînsă

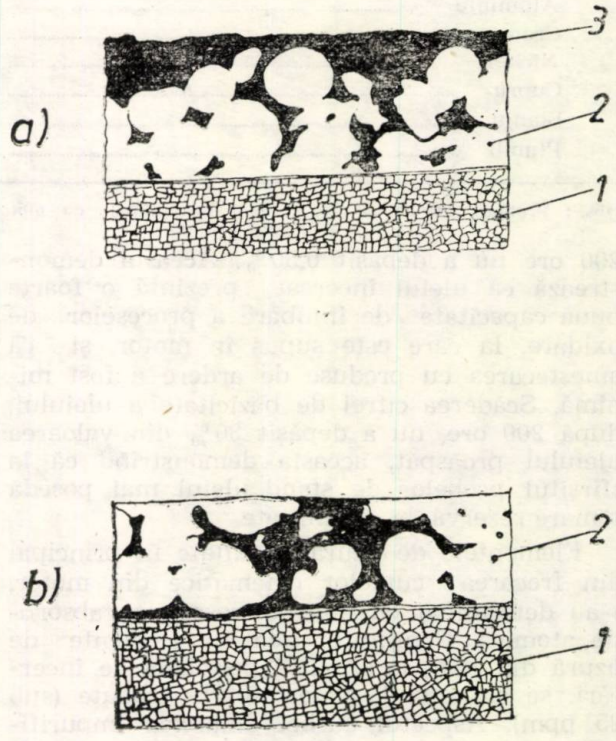


Fig. 1 Structura benzii multistrat.

1 — strat suport din oțel ; 2 — strat de bronz sinterizat impregnat cu PTFE și aditiv ; 3 — strat superficial de PTFE și aditiv ; a — zona neuzată a lagărului ; b — zona uzată a lagărului.

cu ajutorul a 4 șuruburi speciale și a 4 piulițe între capacele **5** și **6**. Arborele secundar cu fusul **9** este antrenat în mișcare de rotație de motorul electric **12**, prin intermediul transmisiei cu curele trapezoidale **11** și al cuplajului cu bolțuri **10**.

Datorită forței de încărcare pe direcția radială a lagărului F_N, în timpul funcționării apare o forță de frecare F_f, care dă un moment ce tinde să rotească piesele **5**, **6**, **7** și 8

în jurul axei fusului. Rotirea este împiedicată de arcul lamelar drept, cu secțiune dreptunghiulară **13,** pe care sînt lipite două mărci tensometrice rezistive **18** ce formează traductorul de forță.

Forța elastică furnizată de arcul lamelar drept dă un moment de rotație față de axa fusului care echilibrează momentul de frecare din cupla fus-lagăr. Cînd lamela este supusă la încovoiere, punctul de aplicație al forței elastice se deplasează față de zona de încastrare. Pentru a reduce erorile de măsurare date de forța de frecare, contactul sistemului mobil cu traductorul **13** se realizează prin intermediul rulmentului radial cu bile **14,** fixat în furca **15.**

În timpul funcționării forța de frecare are variații de la valoarea nominală ; la început cu amplitudine mică și frecvență mare, iar în final, cînd lagărul este uzat, amplitudinea crește iar frecvența scade. Variațiile forței de frecare produc variații ale forței elastice din arcul lamelar drept. Pentru a nu deteriora traductorul și aparatele de măsură care primesc semnalul de la acesta, în partea diametral opusă furcii port-rulment **15** s-a montat un amortizor cu ulei **17,** fixat în furca **16.**

Furcile **15** și **16** sînt identice. Pentru a nu introduce erori de măsurare, pe axul pe care este fixată tija amortizorului au fost puse contragreutăți, astfel încît momentul de rotație în jurul axei lagărului dat de greutatea rulmentului **14** și a axului, pe care este fixat să fie egal și de sens contrar cu suma momentelor de rotație, date de greutatea pistonașului și tijei amortizorului **17,** a axului de fixare a acestuia pe furca **16** și, evident, a contragreutăților.

În continuare, semnalul de la traductor se introduce în puntea tensometrică **19** și, de aici, în înregistratorul **20,** unde se obține direct diagrama variației în timp a forței de frecare și, implicit, a coeficientului de frecare, în cazul încărcării statice.

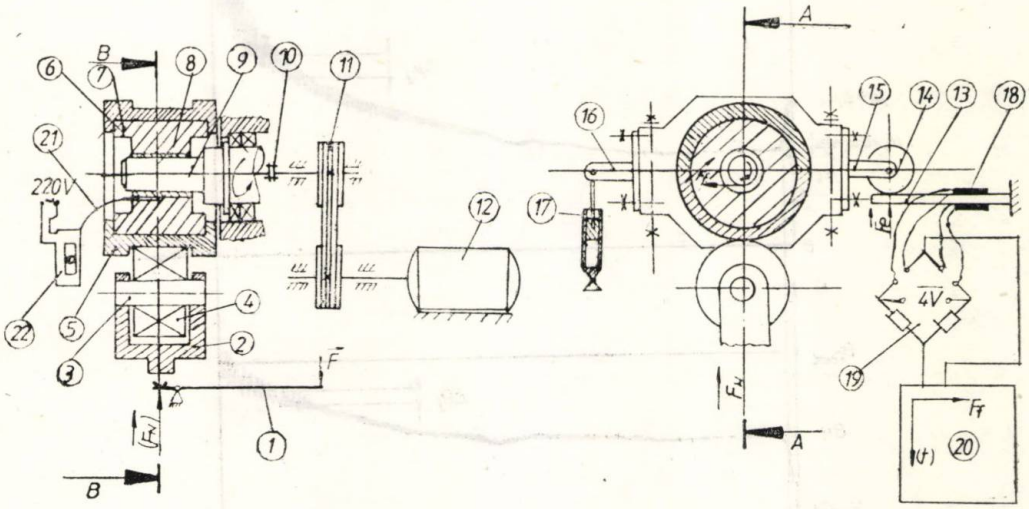


Fig. 2 Sistemul de încărcare și lanțul de măsurare al standului experimental.

1 — pîrghie de încărcare ; 2 — furcă port — rulment ; 3 — ax ; 4 — rulment radial — oscilant cu bile ; 5 — 6 — capac ; 7 — bucșă ; 8 — lagărul supus probei pe stand ; 9 — arbore ; 10 cuplaj cu bolțuri ; 11 — transmisie cu curele trapezoidale ; 12 — motor electric ; 13 — arc lamelar drept cu secțiune dreptunghiulară ; 14 — rulment radial cu bile ; 15 — 16 — furcă ; 17 — amortizor cu ulei ; 18 — marcă tensometrică rezistivă ; 19 — punte tensometrică ; 20 — înregistrator ; 21 — termocuplu ; 22 — termometru cu afișare digitală.

În paralel, prin intermediul termocuplului **21** conectat la termometrul cu afișare digitală **22,** s-a măsurat temperatura stratului de bază de oțel al lagărului, într-o zonă apropiată de cea de lucru.

În urma unui număr mare de experimentări făcute pe standul cu cuplă de frecare fus-lagăr, s-au confirmat-practic-ipotezele făcute asupra fenomenelor de frecare-uzare.

Succesiunea fenomenelor observate în timpul frecării uscate dintre lagărele de acest tip și fusul de oțel este ilustrată în figura 3.

În primele momente, frecarea are loc între fusul din oțel și stratul superficial de PTFE aditivat. Să notăm cu μ ; coeficientul de frecare din acest moment, valoarea acestuia depinzînd de calitatea suprafețelor în contact, de tipul și procentul aditivului în amestec cu PTFE, de presiunea de încărcare a lagărului și de viteza de alunecare.

În momentele imediat următoare, apare un transport de PTFE și aditiv, din stratul superficial al lagărului în microneregularitățile de pe fus, realizînd pe acesta un film continuu, cu o grosime de aproximativ 0,003 mm pe dia-

metru. În această etapă, frecarea se realizează între cele două straturi de PTFE aditivat de pe fus și de pe lagăr, iar coeficientul de frecare crește la valoarea $\mu_i + \Delta\mu_i$. Transferul de material de pe lagăr pe fus confirmă natura adezivă a frecării și uzurii, și depinde de tipul

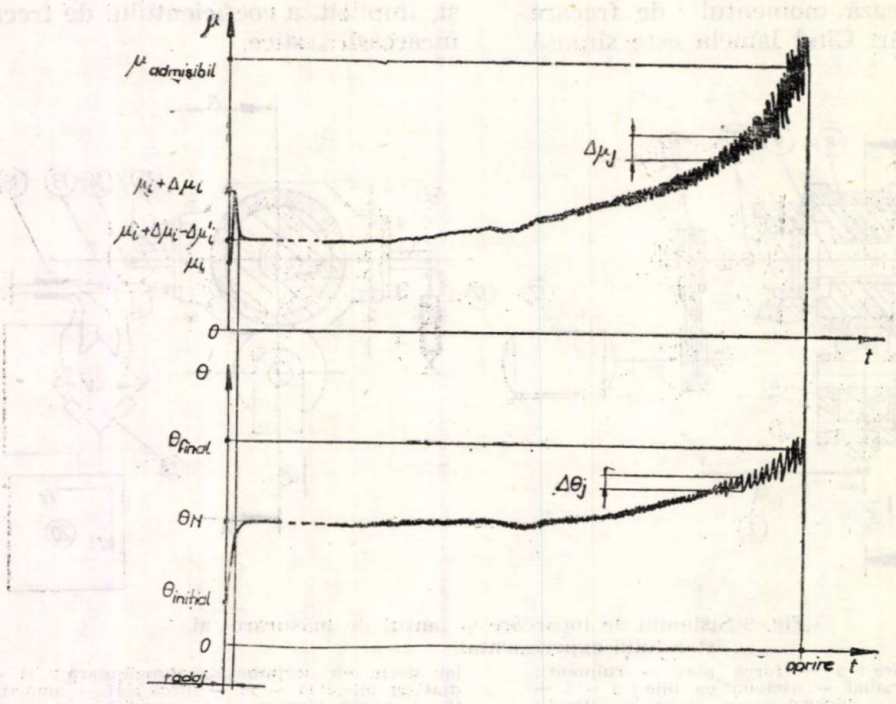


Fig. 3 Variația în timp a coeficientului de frecare și a temperaturii din cupla fus-lagăr.

și procentul aditivului în amestec cu PTFE. Coeficientul mare de frecare și slaba rezistență la uzură a stratului superficial de PTFE aditivat duc la creșterea rapidă a jocului fus-lagăr, pînă cînd se ajunge la stratul de bronz sinterizat, situație în care se termină perioada de rodaj.

În scopul micșorării perioadei de rodaj și a uzurii inițiale, se recomandă ca grosimea stratului superficial de PTFE aditivat să nu depășească 0,020 mm, aceasta fiind suficientă pentru formarea filmului continuu de pe fus. Această recomandare a fost făcută în urma analizării mai multor probe, cu grosimi ale stratului superficial cuprinse între 0,020 mm și 0,040 mm, la care după formarea filmului continuu de pe fus, cantitatea de PTFE aditivat existentă în exces a fost aruncată în afara cuplei de frecare, volumul acesteia fiind direct proporțional cu grosimea stratului superficial de pe lagăr.

După terminarea rodajului, urmează funcționarea în regim, perioadă în care frecarea are loc între filmul de PTFE aditivat de pe fus și stratul de bronz sinterizat și impregnat cu PTFE aditivat al lagărului, ceea ce duce la o scădere a coeficientului de frecare uscată de la $(\mu_i + \Delta\mu_i)$ la $(\mu_i + \Delta\mu_i) - \Delta\mu'_i$. În timpul funcționării, neregularitățile particulelor de bronz sinterizat formează mici rizuri pe suprafața fusului întrerupînd parțial continuitatea filmului de PTFE aditivat de pe acesta.

Contactul bronz pe oțel duce la o creștere a coeficientului de frecare cu $\Delta\mu j$ și, implicit, a puterii disipate prin frecare, avînd ca efect încălzire locală a lagărului. Datorită coeficienților de dilatare termică cu valori diferite ale materialelor ce intră în compoziția benzii multistrat, o cantitate mică de PTFE aditivat din zonele învecinate rizului iese parțial din cratere și restabilește continuitatea filmului de lubrifiant de pe fus ducînd în final la scăderea coeficientului de frecare la valoarea inițială $(\mu_i + \Delta\mu_i - \Delta\mu'_i)$.

Ținînd seama de structura stratului de bronz sinterizat (prezentată în fig. 1), cantitatea de PTFE aditivat înmagazinată în porii de la suprafața stratului de bronz sinterizat este mai mare decît cea existentă în profunzimea acestui strat. Pe măsură ce se uzează lagărul, suprafețele ocupate de particulele de bronz cresc, iar cele ocupate de lubrifiant scad, ceea ce duce atît la creșterea coeficientului de frecare din cuplă, prin creșterea numărului de rizuri de pe fus și, implicit, a zonelor de contact bronz-oțel, cît și la restabilirea mai lentă a continuității filmului de PTFE aditivat de pe fus.

Pe parcursul funcționării, s-a observat că, dacă la început, forța de frecare, respectiv, coeficientul de frecare, au variații pulsatorii de la valoarea nominală cu amplitudine mică și fecvență mare (datorită capacității lagărului de a reface rapid continuitatea filmului de PTFE aditivat de pe fus), către sfîrșitul probelor pe stand amplitudinea oscilațiilor forței de frecare crește considerabil, ajungînd chiar la 1/5 din valoarea nominală, iar frecvența acestora scade. În acest ultim caz, continuitatea filmului de lubrifiant de pe fus se restabilește mai greu, datorită micșorării porțiunii din suprafața lagărului ocupată de PTFE aditivat, ca urmare a uzării și deformării particulelor sferoidale de bronz.

Inițial, contactul dintre fus și particulele sferice din stratul de bronz sinterizat al lagărului este punctiform, iar apoi devine contact de suprafață, ariile microsuprafețelor de contact cresc, crește probabilitatea apariției rizurilor în filmul de lubrifiant de pe fus, dar scade și aportul de PTFE aditivat din rețea.

În paralel cu urmărirea variației în timp a forței de frecare, s-a urmăit și variația temperaturii din cupla fus-lagăr, în zona imediat apropiată peretelui bucșei și în dreptul suprafeței de contact. Asemănarea variațiilor celor doi parametri constituie o dovadă în plus a corectitudinii măsurărilor, cantitatea de căldură dezvoltată fiind în strînsă dependență cu lucrul mecanic al forțelor. Creșterea cu $\Delta\theta_j$ a temperaturii peretelui exterior al lagărului este direct proporțională cu creșterea $\Delta\mu_j$ a coeficientului de frecare, dar are o întîrziere de ordinul 0,1 s, funcție de conductibilitatea termică și grosimea benzii multistrat din care este confecționat lagărul. În ceea ce privește restabilirea valorii nominale a temperaturii de funcționare (θ_N), scăderea de la valoarea ($\theta_N + \Delta\theta_j$) se face mai încet, fiind condiționată de conductibilitatea termică a materialelor sistemului de fixare a lagărului supus probei pe stand, ale fusului și sistemului de rezemare al acestuia, de temperatura și circulația aerului din mediul ambiant și de debitul apei de răcire a carcasei în care se fixează rulmenții.

Pentru un lagăr cu diametrul interior de 16 mm și lungimea 20 mm, confecționat din bandă multistrat cu grosimea 1 mm, încărcat cu o forță radială de 303 N, fusul avînd turația 1000 rot/min, coeficientul de frecare uscată obținut pentru funcționarea în regim a fost cuprins între 0,25 și 0,29, funcție de natura și proporția aditivului din PTFE, iar temperatura de regim de aproximativ 100°C.

Pentru regimul de solicitare de mai sus, avînd în vedere fenomenele observate, s-a impus oprirea experimentării pe stand în momentul creșterii coeficientului de frecare la valoarea nominală 0,4. Temperaturile înregistrate în momentul întreruperii probelor au fost cuprinse între 150°C și 175°C, iar uzurile lagărelor au fost cuprinse între 0,07 și 0,10 mm, funcție de calitatea benzii multistrat din care au fost executate lagărele.

Conform literaturii de specialitate [2], coeficientul de frecare de alunecare dintre lagărele de acest tip și fusuri din oțel variază funcție de condițiile de lucru, putînd ajunge pînă la valoarea 0,03, pentru încărcarea specifică $p = 138$ N/mm² și viteza de alunecare din cupla fus-lagăr $v = 10^{-5}$ m/s.

Aprofundarea fenomenelor care apar în intimitatea cuplei de frecare fus din oțel-lagăr autolubrifiant din bandă multistrat, în condițiile funcționării „uscate", permite stabilirea unor noi criterii de apreciere a comportării în exploatare și extinderea domeniilor de utilizare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Pavelescu, D.:* Tribologie, E.D.P. București, 1977.

[2] *x x x:* Glacier, Du Dry bearings; Specifically designed for use without lubricant (Lagăre uscate; proiectate special pentru funcționare fără lubrifiant) THE GLACIER METAL COMPANY LIMITED, 1976.

DOCUMENTARE

CZ : 621.436.1

Un nou tip de motor diesel lent prezentat de firma Sulzer-Elveția

Ing. Radu Șerban **BĂNCESCU**

În toamna anului 1981, firma SULZER a anunțat cercurile de specialitate că a realizat un motor diesel avînd o cursă superlungă (raportul alezaj la cursă de 1 : 3) și baleiajul gazelor arse în echicurent. Această familie de motoare, botezată RTA, urma să realizeze un consum specific de combustibil deosebit de redus.

Între timp, în decembrie 1982, primul motor RTA, cu alezajul de 580 mm, s-a testat în Japonia, la firma MITSUBISHI (licență SULZER), după care s-au mai produs încă 4 motoare, iar în iunie 1983 s-a testat un alt motor 6 RTA 58, în uzinele SULZER din WINTERTHUR — ELVEȚIA. S-au mai efectuat măsurări și asupra unui motor avînd alezajul de 760 mm și anume 6 RTA 76.

Tipul de motor RTA încorporează bine cunoscutele principii de concepție a motoarelor SULZER, printre care se numără o construcție rigidă, solicitări reduse, cît și încărcări mici (cu toate că presiunea de ardere este ridicată), temperaturi superficiale optime prin răcirea alezajului, pompe de injecție a combustibilului cu reglarea variabilă injecției etc. Supapa de evacuare este concepută după ultimele progrese tehnologice și include toate elementele necesare realizării unor performanțe optime, la funcționarea cu combustibili inferiori. Un desen schematic al motorului este prezentat în figura 1.

Pentru a permite cuplarea unui generator auxiliar diesel de la motorul principal, deci în condiția de folosire a combustibililor inferiori, motorul are o priză de putere acționată de la comanda axei cu came, în cazul folosirii sale la propulsarea navelor.

Pentru evitarea ruperii resoartelor elicoidale, de acționare a supapelor de evacuare, ca urmare a vibrațiilor, SULZER a pus la punct un sistem hidraulic acționat prin axa cu came, căruia i se opune un resort de aer, așa cum rezultă din figura 2, facilitînd folosirea unui sistem de rotire a supapelor, pentru reducerea uzurii scaunelor.

În decursul testelor din Japonia și Elveția, atenția principală a fost îndreptată spre consumul de combustibil, datorită influenței covîrșitoare asupra costurilor de exploatare a vaselor cît și asupra comportării scaunului supapelor și a temperaturii lor, deoarece aceste componente sînt folosite pentru prima oară la motoarele SULZER în doi timpi, putînd avea influențe nedorite asupra fiabilității motorului.

Pe baza măsurărilor efectuate, temperatura gulerului supapei cît și cea a scaunului, la toate regimurile de funcționare a motorului, au fost sub 450°C. Aceasta asigură o bună funcționare, indiferent de calitatea combustibilului. Menținerea temperaturii scaunului supapei, la nivele sub 450°C, a fost posibilă

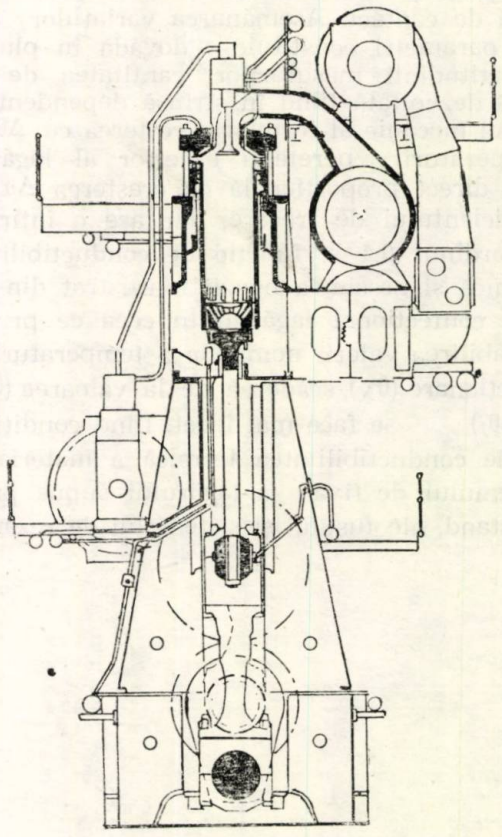


Fig. 1

numai prin răcirea supapei, prin menținerea unui contact cît mai bun între supapă și scaun, cît și printr-un exces corespunzător de aer.

Prin răcirea scaunului supapei s-a asigurat și o repartiție circulară constantă a temperaturilor în scaun.

Consumul de combustibil evaluat inițial a fost confirmat prin probele practice pe motorul RTA 58, ajungîndu-se la valori extreme de 168 g/kWh (124 g/CP) la 80% din sarcină, ceea ce reprezintă un randament de circa 50%.

Configurația navei și modul ei de exploatare determină dimensiunea optimă, cît și turația elicei. În trecut, motoarele diesel în doi timpi nu puteau îndeplini cerințele de opti-

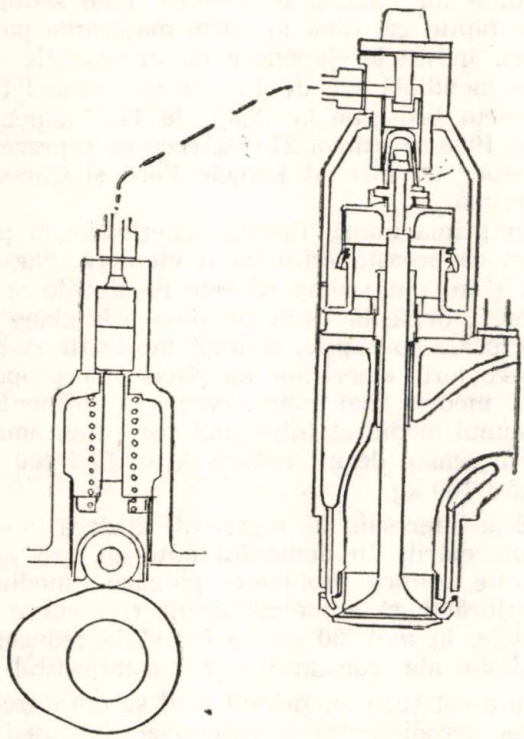


Fig. 2

mizare a turației la randamentul optim al elicei. În prezent, la navele marine mari, turația motoarelor diesel avînd cursă mai lungă a fost adusă mai aproape de randamentul optim al elicei. S-a mai extins și elasticitatea motorului, pentru a se permite varierea turației, a puterii și a consumului de combustibil, în anumite limite.

Scopul acestei elasticități este de a echilibra cheltuielile de investiții în cheltuielile de exploatare, pentru navă ca un tot.

Prin lungirea cursei și reducerea turației, viteza medie a pistonului, la turația maximă (la seria de motoare RTA), este de 7 m/sec., o valoare ce menține uzurile în limite reduse.

Pentru a obține un maxim de economie de combustibil în domeniul de lucru specific al fiecărui tip de navă, optimizarea se realizează prin alegerea raportului de compresie corespunzător, a specificației de supraalimentare, a echipamentului de injecție, cît și a reglării supapei de evacuare.

De la prezentarea familiei de motoare RTA (circa doi ani), motorul are o mare căutare la proprietarii de nave. Conform comunicărilor firmei SULZER, pînă în prezent s-au comandat peste 260 motoare RTA, totalizînd peste 3 mil C.P.

O bună parte din motoarele RTA comandate sînt din tipul RTA 58 (avînd alezajul de 580 mm). O parte din motoarele comandate sînt prevăzute să reechipeze nave cu motoare diesel de alte tipuri, sau echipate cu turbine cu abur, din considerente de economicitate.

Astfel, înlocuirea pe o navă a două motoare RND 90 cu motoare RTA 76 a condus la reducerea consumului de combustibil de la 205 la 170 g/kWh, (de la 151 la 125 g/CP) ; ținînd cont de reducerea de putere de la motorul RND 90 la RTA 76, de reducerea turației și de optimizarea elicei, s-au putut obține reduceri de combustibil de peste 60%.

În gama de motoare RTA următoarele tipuri de motoare : RTA 38, RTA 48, RTA 58, RTA 76, RTA 84, din care primele două dimensiuni sînt realizate cu carterul și coloanele în variantă turnată iar restul de trei dimensiuni în variantă sudată, dimensiunea RTA 84 urmînd a fi realizată în acest an.

Surse : MTZ, Nr. 11/1983
D & G.T.W., Nr. 11/1983

CZ : 679.5:629.113/.114

Materiale plastice în industria automobilelor

Dr. ing. Gabriela **CRIȘAN** — I.C.T.C.M. București

Premize ale necesității folosirii materialelor pastice

În industria automobilelor, în ultimii ani, și-a făcut apariția o mare varietate de materiale plastice, datorită avantajelor indiscutabile pe care acestea le prezintă. Masa specifică mică a acestor materiale permite fabricarea autovehiculelor la un preț de cost redus, cu menținerea totuși a posibilității de extindere și diversificare a concepției stilistice exterioare, iar, în decursul exploatării, poate asigura economii apreciabile de combustibil.

Tendințele noi care-și fac drum în construcția și tehnologia automobilelor sînt rezultatul unor studii intense desfășurate pe o perioadă de timp destul de îndelungată, studii care urmăresc, pe de o parte, elaborarea unor proiecte „realizabile" — atît din punct de vedere constructiv, cît și tehnologic — iar pe de altă parte, atingerea unui nivel cît mai redus al prețului de cost.

În actualul climat al crizei energetice, problema reducerii greutății autovehiculului este esențială contribuind, împreună cu ameliorarea aerodinamicii caroseriei și a randamentului de funcționare al motorului, la reducerea consumului de combustibil.

Astfel, firma FIAT, în urma cercetărilor efectuate, confirmă faptul că o reducere doar de 10% a grutății totale a automobilului, conduce la o creștere a eficienței folosirii combustibilului cu 6—7%.

În decursul cercetărilor din ultimul timp, pentru a răspunde acestor cerințe, concomitent cu intensificarea măsurilor de asigurare a securității circulației, s-a impus folosirea unor materiale plastice de tipul unor rășini termoplastice și policarburi și a unor poliesteri termoplastici.

Trebuie semnalat faptul că folosirea acestor materiale nu a reprezentat doar o simplă înlocuire de metal, ci a oferit o largă posibilitate de a desfășura proiectarea în întregime a automobilului pe baze cu totul noi, ceea ce a atras după sine în primul rînd **optimizarea aerodinamicii, respectiv reducerea coeficientului de rezistență la înaintare.**

Este interesant de urmărit stadiul cercetărilor întreprinse de firmele americane de la Detroit — (General Motors cu filialele sale Ford și Chrysler).

Pînă în anul 1979, aceste firme dominau piața americană a automobilului și sfidau orice concurență. Dar a fost suficientă cea de a doua criză petrolistă, un veritabil „șoc", care a deschis o breșă pe unde au pătruns japonezii cu mașinile lor mici și economice. Este semnificativ faptul că, pînă în 1979, majorarea participării industriei japoneze de automobile pe piața mondială era de 1% pe an ; atunci însă a crescut brusc de la 12,8% la 17,5%, pentru ca în 1980 să atingă 21,6%, ceea ce reprezenta aproape tot atît cît firmele Ford și Chryslar împreună.

În prima etapă, firmele americane au presupus că această criză va fi efemeră, dar curînd și-au dat seama că este de durată și nu poate fi depășită decît printr-o schimbare de structură a concepției întregii fabricații. Astfel, constructorii americani au decis să propună pieții modele mai sobre, care să influențeze consumul mediu al întregului parc auto american în sensul de a-l reduce de la 19 l/100 km la 8,5 l/100 kg.

Este interesant de remarcat, că dacă în anii '70 cercetările în domeniul auto au fost concentrate asupra problemei poluării mediului înconjurător și a metodelor de combatere a acesteia, în anii '80 ele se referă la reducerile imediate ale consumului de combustibil.

În acest scop, în primul rînd se optimizează forma aerodinamică a caroseriei, iar apoi se urmărește ușurarea automobilului pe orice cale, în prima etapă chiar prin reducerea dimensiunilor acestuia. Pentru a ilustra importanța acordată în prezent cercetărilor aerodinamice, este cazul să informăm că General Motors, de curînd, a pus în funcțiune cel mai mare tunel aerodinamic din lume, destinat încercărilor de autovehicule.

Dar, în ultimă instanță, constructorii de automobile sînt conștienți că progresele, din punct de vedere a performanțelor vehiculului, cît și al tehnologiei de fabricație, sînt în dependență directă **de rezolvarea cercetărilor referitoare la materiale.**

Studiile întreprinse în scopul prognozării viitoare a compunerii unui autovehicul converg, toate, în a atribui un rol crescînd materialelor ușoare (materiale plastice și aliaje de aluminiu). În următorii 10 ani participarea materialelor plastice va trebui să crească de la 6

la 12%, iar greutatea materialelor plastice pe un vehicul va trece de la 90 kg, la circa 135 kg.

În R.F.G. această dinamică marchează o evoluție spectaculoasă, dacă se urmărește greutatea materialelor plastice pe un vehicul al firmei BMW între anul 1960, cînd reprezenta 10 kg, pînă în 1975 cînd ajunge la 52 kg, pentru a atinge în anul 1980 70 kg.

Agenția Internațională pentru Protecția Mediului înconjurător, în rapoartele sale, menționează cum consumul de energie crește direct proporțional cu greutatea autovehiculului ; acest raport depinde, în mare măsură, și de modul de funcționare al autovehiculului.

Astfel, dacă :

ΔC [%] reducerea consumului energie ;

ΔG [%] reducerea greutății autovehiculului, s-a constatat că raportul $\frac{\Delta C}{\Delta G}$ ia următoarele valori :

$\frac{\Delta C}{\Delta G} = 0{,}7$ — în circulație urbană

$\frac{\Delta C}{\Delta G} = 0{,}25$ — în circulație pe autostradă

$\frac{\Delta C}{\Delta G} = 0{,}55$ — în circulație mixtă.

Dacă materialele plastice prezintă o seamă de avantaje, dintre care cel mai important se referă la greutatea lor mai redusă (cu pînă la 80% față de piesele similare din oțel), trebuie arătat că ele prezintă și unele neajunsuri, dintre care amintim :

— proprietățile lor mecanice nu sînt încă stăpînite în totalitate (datorită și faptului că specialiștii sînt, în general, cunoscători ai tehnologiei metalelor) ;

— introducerea acestor piese pe liniile de montaj, în vederea asamblării lor finale, se face încă cu dificultate, necesitînd o serie de precauții ;

— calitățile de suprafață obținute sînt încă mediocre, fiind necesare o serie de finisări ;

— în general, materialele plastice de rezistență, mai ales cele întărite cu fibre, sînt încă mai scumpe decît oțelul.

Este semnificativ, pentru a sublinia importanța utilizării materialelor plastice în construcția de automobile, cu toate avantajele și dezavantajele acestora, să se arate că, astăzi în Europa, la circa 400 milioane de locuitori se utilizează 110 milioane vehicule, iar pentru anul 1985 se prevăd 150 milioane. Între 1975—1979, în Europa, s-a înregistrat o reducere a consumului pe un vehicul cu 10%. Dar după o statistică recentă : 1 oră de funcționare a unui automobil într-un oraș cu circulație intensă (ca Parisul de exemplu) reprezintă :

16,5% așteptări la STOP ;
25% frînări ;
27,5% demaraje ;
32% circulație propriu-zisă.

Deci, **economia de consum de energie se referă, de fapt, la doar 1/3 din activitatea autovehiculului.**

De aici rezultă importanța de a acționa asupra eficienței funcționării globale a automobilului.

Totuși, firmele constructoare de automobile, în urma experienței dobîndite, sînt în situația de a afirma că etapa de entuziasm fiind depășită, **problema adoptării materialelor plastice nu poate fi rezultatul unei revoluții imediate, ci mai curînd al unui proces rațional care se va preciza cu siguranță în deceniul IX.**

Astfel, pe baza datelor statistice, tendința de utilizare în perspectivă a diverselor categorii de materiale folosite în fabricația autovehiculelor se prezintă ca în tabelul 1. Se constată

Proporția diverselor materiale folosite în construcția de automobile

Tabelul 1

Material	Europa		S.U.A.	
	1980	1990	1990	1980
Oțel	57	54	54	56
Fontă	14	8	16	10
Aluminiu	6	12	4	8
Cupru	6	4	20	14
Nemetale	10	13	—	—
Plastice	7	9	6	12

că folosirea oțelului, fontei, cuprului și a altor metale curente în fabricația autovehiculelor va scădea, pînă în 1990, în timp ce, participarea aluminiului a materialelor plastice și a altor substanțe nemetalice va crește în general.

Utilizarea materialelor plastice în compunerea unui automobil, în prezent și în viitorul apropiat, rezultă din tabelul 2.

Proprietăți ale materialelor plastice utilizate în industria automobilelor.

Proiectanții de automobile se văd în fața problemei dificile de a alege materialul potrivit pentru organul sau subansamblul respectiv. Astfel, în prezent, sînt frecvent utilizate în compunerea autovehiculelor următoarele categorii de materiale plastice.

LEXAN — material din categoria policarburilor, care se apropie de rezistența metalelor, se deformează la temperaturi peste 150°C, prezintă o bună rezistență la fluaj, stabilitate dimensională, precum și flexibilitate în de-

Participarea materialelor plastice în construcția automobilului

Tabelul 2

Elemente ale automobilului din	1980		1985
	Europa	S.U.A.	S.U.A.
Interior	63	55	42,5
Caroserie	15	18,5	16,7
Motor și cutia de viteze	9	25,7	34,8
Echipament electric	8		
Șasiu-elemente de structură	5	0,8	6,0

cursul funcționării. Se utilizează pentru realizarea barelor din față și spate ale automobilului, a tampoanelor, a unor elemente de uși, a capotei motorului, a acoperișului. Toate aceste elemente se supun unor probe de șoc, conform standardelor internaționale (ISO 2958) care prevăd rezistența la un impact frontal cu min. 4 Km/h și lateral cu 2,5 Km/h. Normele S.U.A. (MVSS 215) pretind încercări la temperaturi de —40°C, cu viteze de 8 km/h.

NORYL — este o rășină sintetică, termoplastică, ieftină, cu bune performanțe tehnice, care-și păstrează ductilitatea și performanțele de impact și la temperaturi scăzute. Prezintă calitatea de izolare termică (între 90—160°C) cu menținerea stabilității dimensionale, cu o absorbție redusă a apei și bune proprietăți mecanice și electrice. A fost introdus pentru prima oară în 1970 pe autoturismul Volkswagen — Golf cu bune rezultate, apoi folosirea sa a fost extinsă. Se utilizează pentru tabloul de bord, unde se impune respectarea unor norme tehnice stricte : nu trebuie să prezinte nici un fel de muchii ascuțite sau rugozități, iar întregul ansamblu trebuie să reziste la un impact de 24,1 km/h, aplicat de un pendul de 80 gr., în decurs de 3 milisecunde. Se mai folosesc elemente din LEXAN și NORYL și în componența farurilor automobilului, a radiatoarelor, a ventilatorului, a podelei pentru capacele roților, sau alte anexe interioare și exterioare.

VALOX — este un poliester termoplastic, care oferă bună rezistență chimică și electrică, o absorbție redusă a apei și umezelii, un coeficient redus de frictiune, o bună rezistență la temperaturi ridicate (peste 210°C) și la șocuri. Se folosește curent pentru capacele carcasei distribuției, capete de bară, luleaua bujiei și alte elemente componente ale sistemului de aprindere sau ale filtrului de aer, regulatoare de tensiune, chiar în componența pompei de ulei, a motoarelor electrice etc. — datorită bunei rezistențe chimice la temperaturi ridicate. În ultimul timp, însă, aceste tipuri de materiale plastice nu au mai dat satisfacție, deoarece obiectivul important de reducere apreciabilă a greutății automobilului nu se mai putea realiza numai cu utilizarea lor. De aceea, astăzi, proiectanții și cercetătorii se îndreaptă spre materialele „composite", folosite în mod curent în industria aeronautică din aceleași motive. Materialele „composite" se compun dintr-o rețea de fibre de întărire (sticlă, carbon, grafit, aramid, boron) în masa unui material, care poate fi atît plastic (epoxidic, rășină), cît și metalic. Astfel de materiale prezintă rezistențe mecanice similare cu ale oțelului, aluminiului, dar posedă greutate mai redusă (fig. 1).

Fibrele continue de carbon sau de sticlă, orientate pentru a forma structuri puternice, extrem de rigide, prezintă module ridicate de tracțiune și de elasticitate și bune performanțe la oboseală.

Integrarea acestor materiale în viitorul apropiat în industria automobilelor (pentru caroserii, suspensie, transmisie motor) depinde însă de doi factori esențiali :

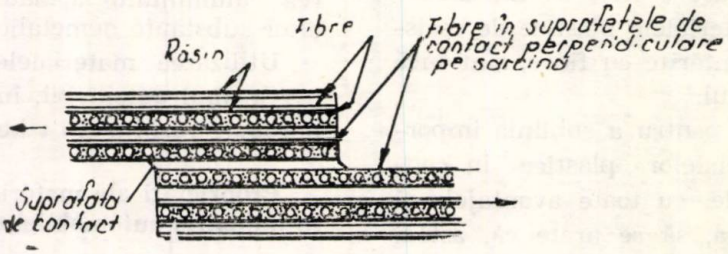


Fig. 1 Schema unui material composit.

— posibilitatea obținerii unor materiale plastice ale căror proprietăți să fie constante, controlabile prin procedee fiabile și automatizate ;

— ieftinirea tehnologiei de obținere a acestor materiale composite, care astăzi sînt încă mai costisitoare decît metalele.

Firmele specializate propun două stadii în vederea implementării acestor materiale în industria automobilelor :

I — pentru piese relativ mici și mijlocii, nesolicitate în mod special, precum și pentru elemente ale caroseriei. Acest stadiu este în plină desfășurare în industria actuală de automobile ;

II — pentru piese mecanice solicitate (din suspensie, transmisie, grup motor, direcție etc. și de structură ale vehiculului) pentru care criteriile de rezistență mecanică, rezistența la oboseală, de fiabilitate capătă precădere. Acest stadiu este mai important, cu toate că nu este încă aplicabil imediat în practică.

Astfel, în cazul utilizării acestor materiale pentru arcul suspensiei la autoturismul Chevrolet-Corvette se reduce greutatea acestuia cu 18 kg. (circa 80 %).

Pentru prima etapă, care se referă la producția anilor 1982—1983, în industria de specialitate se preconizează utilizarea *unor termoplastice armate,* în special pentru piese mărunte sau mijlocii (capace culbutori, carcase diferite, suport sistem aprindere etc), obținute prin ștanțare și prezentînd proprietăți mecanice bune, stabilitate termică (categoria materialelor UNIFILIO ale firmei VEROTEX).

Pentru elementele de caroserie, deci de dimensiuni mari se preconizează folosirea procedeului de comprimare sau de injectare (procedeul ZMC — de către firmele VEROTEX, Billion, Seva etc).

Tot pentru elemente de caroserie se folosesc și materiale poliuretanice care se pot arma fie *cu fibre de sticlă scurte,* conform procedeului denumit RRIM (Reinforced Reaction Moulding — formare prin injecție cu armare reactivă), care conferă materialului rezistența la șoc, aspect corespunzător, dar nu răspunde condițiilor de temperatură (procedeu folosit pentru mașini ale firmelor PORSCHE sau Renault Rodeo 5 E) — *fie cu fibre lungi* (peste 25 mm), pe automobilele MATRA, BMW.

Prezența fibrelor de sticlă, în proporție de 10—20%, conduce la majorarea modulului de încovoiere de la 1 la 4, a rezistenței la șoc de la 1 la 6, la nedeformabilitate pînă la 130°C, greutatea specifică a materialului fiind 0,5—0,6.

Etapa de adoptare a materialelor plastice armate implică folosirea unor materiale de mare performanță, cu un grad ridicat de armare (peste 50 % din greutatea materialului, cu polimeri corespunzători din categoria vinylesterilor, epoxidelor etc).

În anumite cazuri se practică armături hibride : sticlă-carbon, fibra de carbon urmînd a fi utilizată local pentru atingerea rigidității globale necesare (fig. 2). Rezultă deci că materialele plastice utilizate în industria automobilelor nu sînt simple rășini sintetice, ci niște sisteme polimerice tehnice sau aliaje de polimeri com-

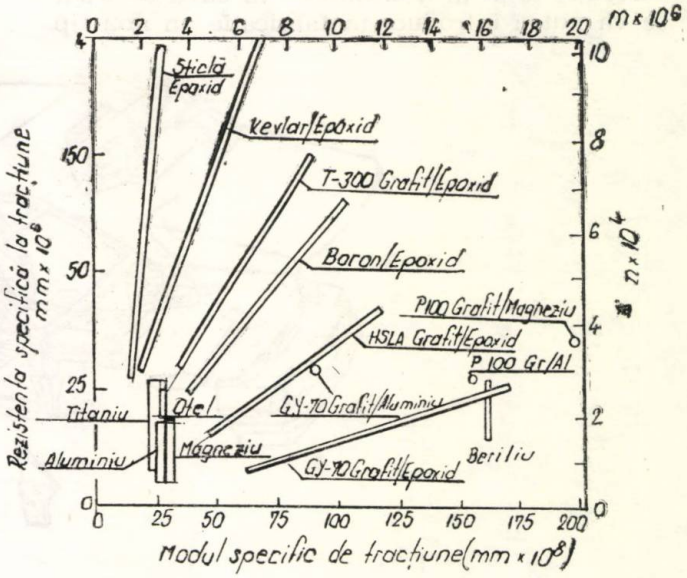


Fig. 2 Rigiditatea specifică pentru diverse materiale

binate (compuși) cu diverse materiale de întărire, dispuse într-o rețea de bază (matrice polimerică), pentru a conferi materialului caracteristicile dorite.

Realizări ale unor firme de specialitate (etapa I)

În cele ce urmează vom expune cîteva aspecte din experiența unor firme de specialitate, în procesul de introducere în fabricație a materialelor plastice.

Firma *FIAT,* pe vehiculele sale experimental VSS, preferă adoptarea unor materiale termoplastice, spre deosebire de firmele din R.F.G., care în proiectele lor adoptă materiale poliuretanice.

Astfel, prototipul VSS, pentru aceleași dimensiuni exterioare ale caroseriei, cîntărește cu circa 20 % mai puțin decît varianta din oțel (tip RITMO, STRADA). Se folosesc materiale plastice policarbonate (PC) pentru elemente frontale, spate, uși, aripi, ori elemente interioare, cu mențiunea că, în eventualitatea unei coliziuni ușoare, elementele din PC se deformează fără a se distruge. În general, întreaga caroserie a prototipului VSS se compune din 9 subsisteme separate (fig. 3). Aripile și panoul posterior se fac din plăci composite turnate, iar capota (care înlocuiește patru elemente ale vehiculului convențional) este din poliesteri armat cu fibră de sticlă (cu 5 kg mai ușoară

decît cea de oțel). Pentru acoperiș se folosesc panouri de NORYL. Întreaga caroserie VSS cîntărește 122 kg, față de 180 kg la construcția convențională.

Firma apreciază că în urma programului de cercetare aflat în desfășurare, în circa 6—8 ani se va putea introduce în fabricație un nou tip

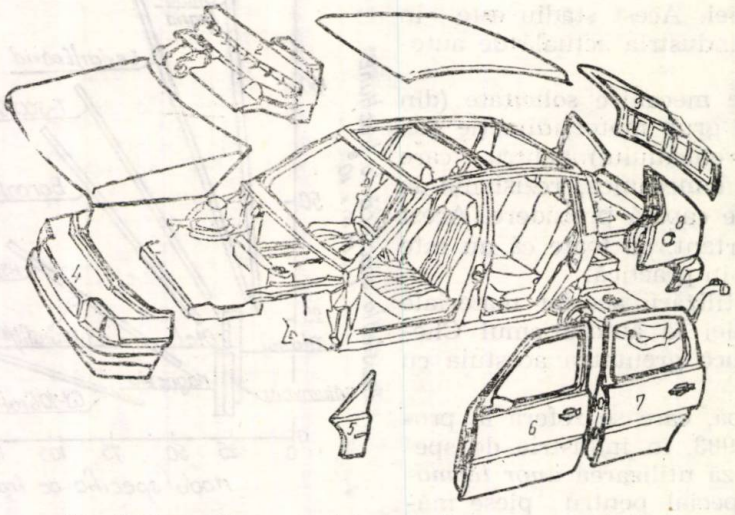


Fig. 3 Piese din materiale plastice pe prototipul FIAT-VSS.

de vehicul, dar urmează ca din anul 1984, să se folosească panouri din material plastic pentru fabricația curentă.

Firma *FORD* a realizat prototipul „Hercules", pentru mașini de performanță, „Budd", pentru automobilul electric ș.a. Principiul folosit, în acest caz, nu a fost acela al proiectării unui vehicul nou, construit complet din materiale plastice, ci s-a trecut la modificarea autovehiculelor exisente. În acest caz *introducerea materialelor plastice se face încetul cu încetul, prin înlocuirea unor piese separate.* Folosind în mare măsură fibra de carbon (cca. 200 kg pentru un automobil), greutatea a scăzut cu 560 kg față de automobilul de bază, ajungînd la 1135 kg. și fiind posibilă o economie de 33% a consumului de combustibil, cu menținerea unor performanțe bune. Pentru vehicule de formula I, s-a realizat un șasiu din material cu fibre de grafit înregistrîndu-se o reducere a greutății cu 35% față de construcția din aluminiu. Uzinele americane din Detroit, împreună cu firme de specialitate, fac încercări în vederea folosirii materialelor plastice pentru capotă, elemente de uși, radiatoare, transmisii, rezervor de combustibil, pale de ventilator, conducte colectoare, rame de parbriz etc.

Programele de cercetare în curs de desfășurare sînt însă vaste : materiale composite din SiC/Al pentru motoare (arcuri, pistoane, tije culbutori), composite grafit/Pb, pentru anozii bateriei, composite din fibre de grafit (Al sau Ti) cu poliesteri, nylon, polibutilen tereftalat și, în fine, rețele composite cu fibre de tungsten sau tantal, cu solidificare eutectică direcționată, pentru piese ale motorului. În 1981, firma Oldemobile Omega a produs primele 5000 automobile, echipate cu aripi-față din elastomeri de poliuretan armați cu fibre de sticlă, produse după tehnologia de formare prin injecție reactivă (Reaction Injection Moulding — RIM), care conduce la reducerea cu 5 kg a pieselor clasice. Aceste aripi sînt insensibile la acțiunea mecanică a criblurii, și, mai ales, nu se deformează în urma unei coliziuni ușoare.

Firma *Renault* folosește pentru caroseria automobilului Rodeo 5 E, 8 piese din poliuretan, armat cu fibre de sticlă, conform procedeului RIM. Dintre acestea, masca față constituie un exemplu de grupare a unor piese cu funcțiuni diferite într-una singură. Această firmă folosește, încă din 1977, pentru automobile de formula I (Turbo F 1), astfel de materiale (Kevlar—Araldit), furnizate de firma CIBO-GEIGY, realizînd o reducere cu 30% a greutății.

Citroën BX este prima mașină europeană de serie echipată cu 6 elemente de caroserie (de suprafață mare), din poliester armat cu fibre de sticlă. Toate elementele — afară de mască — sînt obținute prin procedeul SMC de formare prin comprimare (presare) la cald a unei rețele composite sub formă de folie (Sheet Moulding Compound — S.M.C.) Masca se obține prin injectare, conform noului procedeu tehnologic ZMC.

Firma *Peugeot*, pe mașina sa de încercări VERA (Vehicule Economique de Recherches Appliquée), a folosit pentru uși folii laminate din material termoplastic (SMC) armat cu fibre de sticlă, reușind o reducere de 37% a greută-

ții, față de echivalentul din oțel, și eliminînd 13 elemente componente. Ținînd seama de energia consumată pentru fabricarea materialului plastic, precum și de economia de carburant raportată la 100.000 km., se apreciază că adoptarea acestei soluții conduce la o economie de 195 Kwh/1 ușă din SMC, față de ușa din oțel. În totalitate acest prototip realizează în urma folosirii materialelor plastice o reducere de 175 kg, față de modelul de bază Peugeot 305 (tabel 3).

Comparația vehiculelor Peugeot 305 și VERA

Tabelul 3

Greutatea materiale plastice	Peugeot 305	Peugeot-Vera (cercetări)
1. — Greutatea totală	925 kg.	750 kg.
2. — Greutatea totală mate-plastice	74 kg.	167 kg.
3. — Procentul de materiale plastice	8%	22%
4. — Greutatea materiale composite	1 kg.	67 kg.
5. — Procentul de materiale composite	0,11%	9%
6. — Procentul de laminate cu materiale plastice	1,35%	40%

În *R.F.G.* există un program unitar de dezvoltare a construcției automobilului sub egida organelor de stat, denumit *AUTO-2000*, care include firmele Volkswagen, Daimler-Benz, Audi și Bayer A.G., împreună cu patru Institute Tehnice de Învățămînt Superior din ramura de specialitate (din Aachen, Berlin, Darmstadt, Stuttgart). Cercetările urmăresc atît dezvoltarea optimă a automobilelor produse de cele 3 firme, cît și realizarea unui tip experimental UNI-CAR, acordîndu-se o atenție deosebită coeficientului de rezistență la înaintare și securității circulației. Pe acest vehicul experimental se folosesc circa 20 elemente din materiale plastice, semirigide, căptușite cu un material semiflexibil (Bayflex), apte de a absorbi energia de șoc și conducînd la o reducere cu 30% a greutății. Aceste materiale sînt, în general, armate cu fibre de sticlă în proporție de 20%.

O realizare tehnică specială, demnă de menționat, sînt radiatoarele fabricate de *Societatea franceză SOFICA*, (din grupul VALEO, fost FERODO). Construcția acestora se compune din bazinele — superior și inferior — din MARANYL (armat cu fibre de sticlă) și din o serie de table de aluminiu subțiri, străpunse de niște țevi de circulație a fluidului de răcire (fig. 4). Acest tip de radiator reduce greutatea celui convențional cu 20—30%, simplificînd mult tehnologia de fabricație și exploatarea, căci se reduce timpul de asamblare, se elimină problema coroziunii, se majorează rezistența de hidroliză, în urma contactului prelungit cu antigelul sau alte lichide speciale de răcire. Materialul plastic utilizat este o calitate de

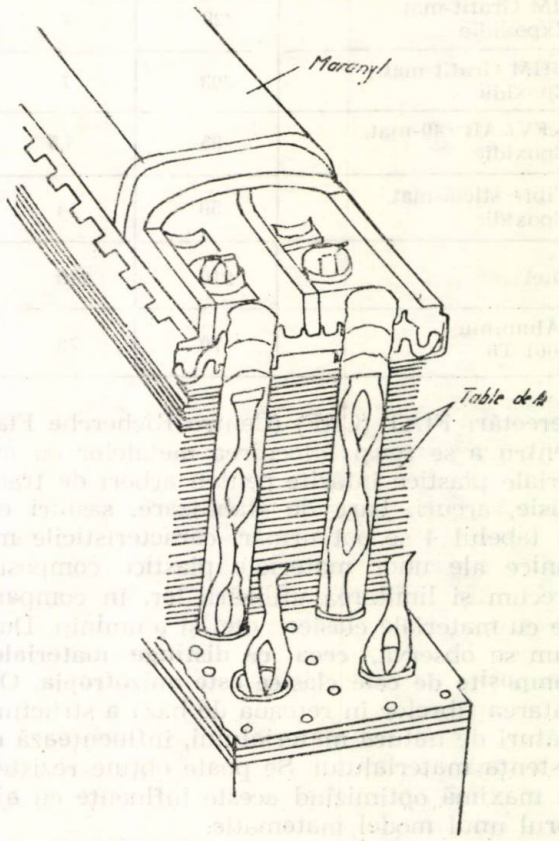


Fig. 4 Radiator din material plastic.

Nylon 66, armat cu 33% fibre de sticlă, caracterizat prin o bună rigiditate și stabilitate dimensională, o bună calitate de suprafață și putînd face față, în bune condițiuni, solicitărilor la oboseală ciclică datorită variațiilor apreciabile de temperatură, la presiuni relativ ridicate ale fluidului. Asemenea radiatoare, în urma unor probe și încercări minuțioase, au fost utilizate cu succes pentru prima oară pe noul tip de motor cu răcire cu apă, fabricat de firma Volkswagen, pentru ca — ulterior, în multiple variante — să fie adoptat și de alte firme.

Cercetări în vederea realizării etapei II

Adoptarea materialelor plastice pentru piese mecanice solicitate, constituie o problemă distinctă, care necesită ample studii și experimentări. Un exemplu concludent îl reprezintă, în acest sens, studiile efectuate de Centrul de

Proprietățile mecanice ale unor materiale composite (comparativ cu cele ale oțelului și aluminiului)

Tabelul 4

Material	Modul E			Rezistența			Densitate (g/cm³)
	Axial	Transversal E. 22	Rezistență	Tracțiune		Forfecare	
				Axial	Transversal		
HS Grafit — Mat. Epoxidic	140	7	4,5	1520	40	95	1,57
HM Grafit-mat. Expoxidic	220	7	4,8	1200	34	70	1,60
UHM Grafit-mat. Epoxidic	303	7	6,6	760	28	50	1,68
KFVLAR 49-mat. Epoxidic	85	5,5	2,1	1500	28	40	1,38
Fibre sticlă-mat. Epoxidic	50	14	3,4	1800	40	70	2,00
Oțel	210	210	79	415	415	240	7,83
‚Aluminiu 6061 T6	70	70	26	290	290	270	—

Cercetări FIAT (CRF) (Centro Richerche Fiat), pentru a se reuși înlocuirea metalelor cu materiale plastice întărite pentru arbori de transmisie, arcuri, bare de stabilizare, șasiuri etc. În tabelul 4 se pot urmări caracteristicile mecanice ale unor materiale plastice composite, precum și limitarea utilizării lor, în comparație cu materiale clasice : oțel și aluminiu. După cum se observă, **ceea ce distinge materialele composite de cele clasice este anizotropia**. Orientarea fibrelor în rețeaua de bază a structurii, alături de natura materialului, influențează rezistența materialului. Se poate obține rezistența maximă optimizînd aceste influențe cu ajutorul unui model matematic.

Încercările efectuate de (CRF) asupra unui cilindru din material epoxidic armat cu fibre de carbon (în proporție 10 ... 20 %) au demonstrat că **rezistența longitudinală, cea de torsiune și modulul de elasticitate devin optime pentru o orientare a fibrelor după unghiul (10 ... 20)°**, valoarea exactă urmînd a se preciza, în funcție de condițiile de utilizare.

În cazul unui arbore de transmisie se mai ține seama și de lungimea sa, de cuplul transmis și de turația sa nominală. Astfel, s-a demonstrat că un arbore de transmisie din material composit, armat cu fibre de carbon, atinge caracteristici mecanice superioare unuia din metal, pentru o greutate mult inferioară, dezavantajul fiind însă prețul destul de ridicat. De aceea s-au experimentat și alte materiale composite cu caracteristici mecanice inferioare, dar cu preț de cost similar cu cel al oțelului. Desigur, folosind un composit „mixt", cu fibre de sticlă împreună cu fibre de carbon, se poate ajunge la un preț rezonabil.

Cercetări speciale se referă la determinarea calității fibrelor și la gradul de participare a acestora, în funcție de specificul funcționării piesei respective. În cazul unui arbore de transmisie care este supus la eforturi de torsiune, se impune ca rigiditatea longitudinală să fie suficientă pentru a rezista stării critice de rezonanță la turația maximă.

$$n_{c_r} = \alpha^2 \sqrt{\frac{E}{q}} \frac{\sqrt{d_m^2 + t^2}}{l^2} \qquad (1)$$

unde :

n_{c_r} — turația critică [rot/min]
E — modul elastic longitudinal [kg/mm²]
q — densitatea [gr/cm³]
d — diametrul [mm] ;
d_m — diametrul mediu [mm]
l — lungimea arbore [m]
t — grosimea [mm]
α — coeficient al ordinului turației critice

Efortul de forfecare este :

$$\tau_{adm} = \frac{2 \cdot M_t}{\pi d_m^2 \cdot t} \quad \text{sau}$$

$$\tau_{adm} = \frac{16 \cdot M_t}{\pi \cdot d^3} \qquad (2)$$

Din relațiile (1) și (2) rezultă că este mai avantajos ca valorile E, să fie cît mai mari.

Materialele cercetate sînt composite multistratificate, compuse din 40 % rășini epoxidice și 60 % materiale de armare (în general procentul indicat în denumirea materialului se referă la proporția materialului de armare). Astfel, de exemplu, un material composit cu 30 % fibre de carbon corespunde următoarei scheme:

Caracteristici ale unor materiale composite armate (greutate, volum, preț cost)

Tabelul 5

Caracteristici	Fibre sticlă	Composit (% fibre de carbon)									Fibre carbon
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Cost/greutate	100	210	320	430	540	650	760	870	980	1090	1200
Densitate	100	98	96	94	92	90	89	87	89	83	81
Cost/volum	100	187	274	361	448	535	622	709	796	833	970

— rețeaua de bază (matricială) 40 %;

— armare 60% { fibre de sticlă 70%; fibre de carbon 30 %

Deci materialul composit este alcătuit din :

— rețeaua de bază 40 %;
— fibră de sticlă 42 %;
— fibră de carbon 18 %.

Cu cît procentul de fibre de carbon crește, cu atît se îmbunătățesc parametrii E, τ, dar se majorează și prețul materialului. Într-adevăr, armarea cu fibre de carbon costă de 12 ori prețul celei cu fibre de sticlă, dar materialul este cu 19 % mai ușor (tabel 5). Pentru a fi în situația de a realiza arbori de transmisie optimi din toate punctele de vedere (greutate, preț, cerințe mecanice și geometrice), în urma cercetărilor efectuate se determină dimensiunile arborelui (d, t) și dispunerea optimă a fibrelor de armare față de rețeaua de bază.

Trebuie arătat însă că există două tipuri de composite multistratificate :

— tip A — compositul este constituit din straturi succesive de diverse armături ;
— tip B — fiecare strat component conține diverse matrice cu armături proprii diferite.

Este mai avantajos a se utiliza tehnologia de fabricație tip B, cînd repartizarea armăturii este mai uniformă și cînd se obține majorarea proprietăților mecanice ale materialului cu 30 . . . 70 %.

Cercetarea aplicativă se referă **la arborele de transmisie** al unei autocamionete (IVECO), pentru care, la turația critică, $n_{c_r} = 5500$ rot/min și $M_t = 180$ kg.m., rezultă $E = 6350$ kg/mm² și efortul $\tau = 8{,}2$ kg/mm (atît pentru tipul A cît și B de material composit).

În ceea ce privește orientarea optimă a fibrelor de carbon și a celor de sticlă, s-a stabilit „0°/45°" (fibre carbon/fibre sticlă), reținînd că fibrele de carbon asigură rezistența la încovoiere, iar cele de sticlă pe cea la torsiune. În tabelul 6 sînt rezumate rezultatele încercărilor efectuate pe diferite materiale composite multistratificate, pentru modulul de rezistență $E = 6350$ [kg/mm²]. Rezultă că soluția optimă, aleasă după criteriul greutate/preț, se obține cu

Greutatea și prețul de cost pentru diverse composite armate multistratificate ($E = 6350$ kg/mm²)

Tabelul 6

Orientarea fibrelor	% V	Kg/mm²	t [mm]	Raport	
				Greutate	Cost
0°	88	5,96	3,35	161	105
10°	85	7,05	2,84	137	100
11°	84	7,25	2,76	133	101
12°	83	7,45	2,68	129	101
13°	82	7,80	2,56	123	101
14°	81	7,95	2,52	121	102
15°	80	8,20	2,44	117	102
16°	80	8,35	2,40	115	100
17°	78	8,60	2,33	112	104
18°	76	8,95	2,23	107	105
19°	74	9,30	2,15	103	107
20°	72	9,60	2,08	100	109
C*0°/G**45°	73	7,5	2,67	128	136
C15°/G10°	83	7,25	2,76	133	104

*C — fibre de carbon
**G — fibre de sticlă

un procent de 80 % fibre de armare, dispuse la 16°, arborele avînd diametrul 118 mm și o grosime $t = 2{,}4$ mm. În figura 5a, b, se poate constata că rezistența la încovoiere și torsiune a unor composite multistratificate, cu 90 % și 80 % fibre de sticlă, practic nu depinde de unghiul de înfășurare al fibrelor, dacă acesta este cuprins între 10° și 20°.

Firma CIBA—GEIGY a reușit să reducă greutatea **arborilor cardanici, cu 30 . . . 60 %**, asigurînd o rezistență bună la oboseală și la temperatură în domeniul (—40°C, +130°C) și funcționînd cu momente pînă la 20.000 Nm.

Firma RUBERY OWEN (care ocupă 80 % din piața engleză a suspensiilor vehiculelor grele și 30 % din piața europeană) **fabrică resorturi pentru suspensiile autovehiculelor, din mase plastice** epoxidice (25 %), armate cu fibre de sticlă (65 %) și cu fibre de carbon (10%) și care cîntăresc 22,5 kg, față de greutatea suspensiei tradiționale de 90 kg.

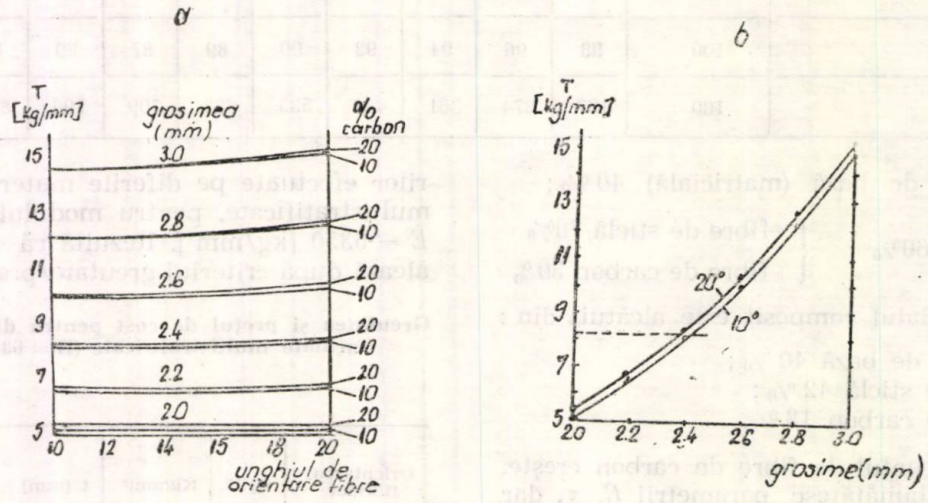


Fig. 5 Variația rezistenței la încovoiere și torsiune pentru materiale composite stratificate, cu fibre de sticlă.

Trebuie menționat faptul că pentru piese de performanțe deosebite, care pretind rezistență apreciabilă și o bună lubrefiere, în condiții de temperatură ridicată, se utilizează fibre de grafit.

În domeniul motoarelor cu ardere internă, aceste materiale încep să-și croiască drum, după ce trec prin faza costisitoare a îndelungatelor probe de laborator. Astfel, institutul de încercări Polimotor Research Inc. (S.U.A.) a realizat mai multe motoare din materiale composite (folosind fibre de grafit pentru armare), dintre care unul a fost supus și la probe de anduranță pe banc de probe. Pot fi amintite bielele și tijele împingătoare din materiale composite, realizate pentru mașini de performanță și care au depășit, funcționînd la plină sarcină, 30 milioane cicluri. Pentru un motor cu 4 cilindri și o capacitate de 2,300 l, în același institut s-a realizat blocul și chiulasa din material composit armat cu fibre de grafit, pentru reducerea cu 50 % a greutății motorului, față de cel cu piese similare din fontă (fig. 6).

Supapele de admisie, culbutorii, talerele arcurilor și camele se execută din material composit, în timp ce supapele de evacuare și arcurile se mențin din oțel. Un interes deosebit îl prezintă construcția arborelui cu came : arborele propriu-zis și fusurile se execută din oțel obișnuit, iar camele din material composit, obținîndu-se, astfel, o geometrie mai stabilă a camei și o eficiență superioară a „secțiunii-timp" a acesteia. Reducerea greutății sistemului de distribuție face posibilă funcționarea motorului cu o turație mai ridicată.

Adoptarea unor materiale composite pentru piesele mecanismului motor contribuie la reducerea cu 60 % a greutății acestora.

Pistonul din material composit, datorită conductivității termice reduse, determină o eficiență majorată a arderii, iar cei trei segmenți, executați tot din material composit, asigură auto-lubrifierea. Totodată, greutatea redusă a acestor segmenți împiedică vibrația lor la turații mari. Deosebit de interesantă este realizarea unui arbore motor foarte ușor, reușindu-se astfel a se elimina armonicele de gradul lor.

Pompa de apă este, de asemenea, din material composit, iar sistemul de răcire pe care-l alimentează este prevăzut a funcționa în două trepte, sau regimuri diferențiate, pentru a da posibilitatea reducerii la minimum a pierderilor de căldură dinspre camere de ardere spre exterior, în corelare cu regimul de funcționare al motorului.

Se preconizează ca, în aceste condițiuni, eficiența utilizării combustibilului că crească cu 12—15%, față de motorul convențional din metal.

În același timp, acest motor este mai silențios cu 30% decît cel convențional, din cauza folosirii intense a materialelor plastice.

Colectorul din material plastic, cu toate că lucrează în mediu agresiv și la temperaturi ridicate, este una din primele piese ale motorului, care a fost introdusă în fabricația curentă. Astfel firma Ford (Anglia) a echipat tipul Cortina de 1,3 l capacitate cu un colector din material plastic armat, care-l înlocuiește pe cel tradițional din aluminiu (fig. 7). Acest fapt a fost posibil prin folosirea materialelor plastice

noi și mai ales în urma adoptării unei tehnologii de formare ingenioase (metoda „mulării" pe un miez dintr-un metal fuzibil din aliaj

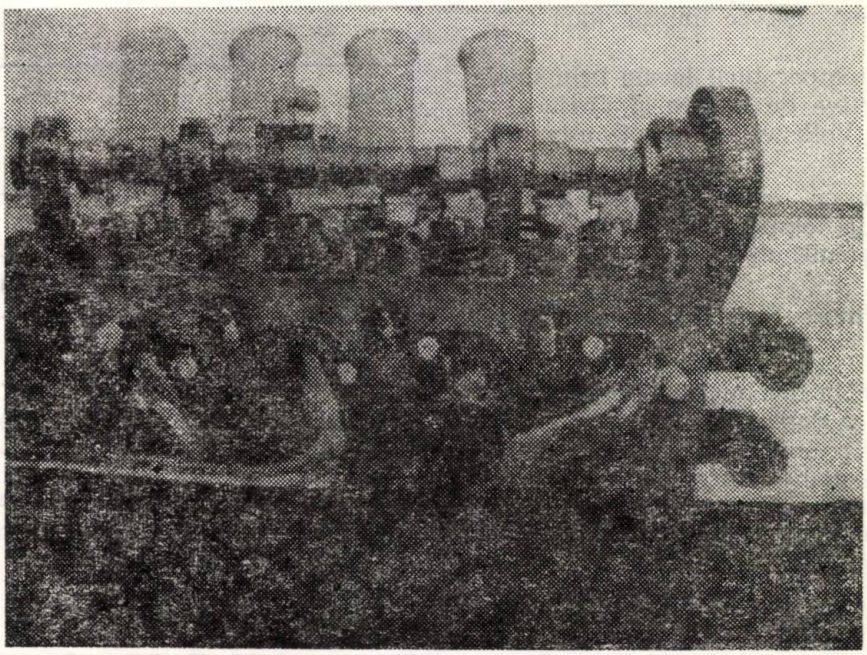


Fig. 6 Motor experimental POLIMOTOR Inc.

Sn-Bismut). Dificultatea a constat în turnarea colectorului sub forma unui corp unitar ; aceasta cu atît mai mult cu cît dimensiunile colectorului sînt destul de mari și acesta lucrează

este supus unei presiuni oarecare, unor temperaturi ridicate și unor solicitări la oboseală, provocate de vibrațiile motorului. Materialul utilizat este un composit pe bază de poliester armat, cu o rezistență mecanică apreciabilă chiar și sub acțiunea apei calde și a hidrocarburilor și cu o bună stabilitate termică.

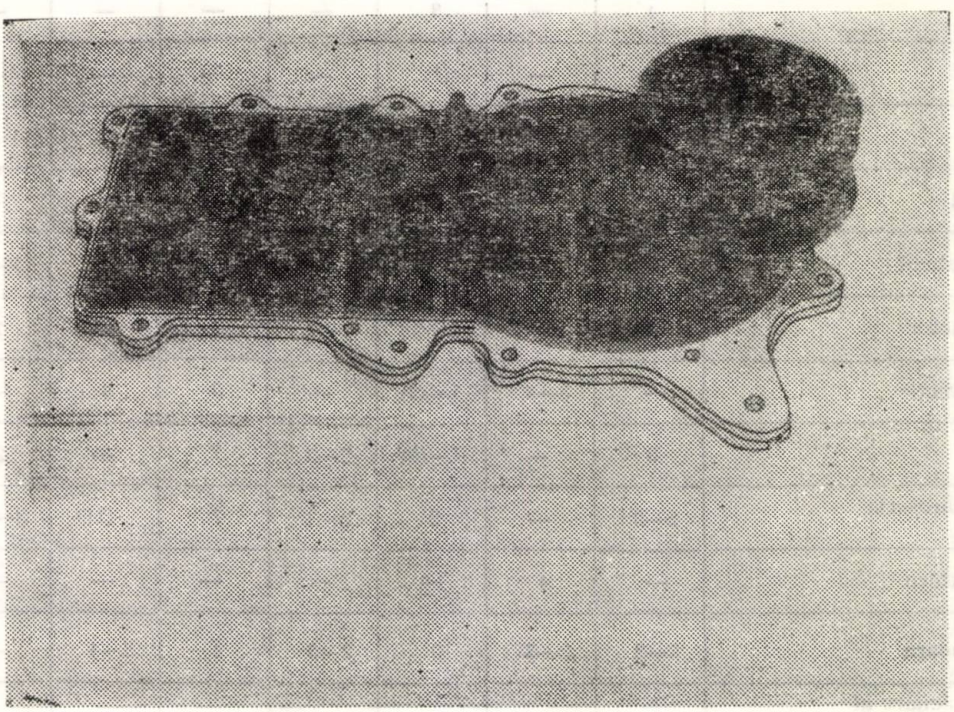


Fig. 7 Colector din material plastic.

(în diversele sale secțiuni) în condiții și medii diferite (aer-benzină și apă-antigel). Colectorul

În general, datorită tendinței actuale de ridicare a temperaturii de regim a motoarelor

cu ardere internă, crește și temperatura din spațiul de sub capotă, ceea ce reprezintă un oarecare risc dacă ne-am referi numai la instalațiile electronice montate pe automobile. Pentru a preveni acest risc, se impun două soluții :

— reducerea temperaturii locale prin unele adoptări constructive de izolare și dirijare a fluxului termic (Volkswagen adoptă asemenea soluții) ;

— alegerea unor materiale speciale cu o bună stabilitate la temperaturi ridicate (Opel, Daimler-Benz, Renault etc.).

Materiale de mare rezistență specifice etapei a II-a

Firma Du Pont a demonstrat, pe baza unor testări, că odată cu deplasarea limitelor temperaturii de regim a motorului de la 80—100°C, în domeniul 120—130°C, durata de utilizare a actua'elor substanțe organice se scurtează cu 4/5. De aceea se impune, pentru a putea face față creșterii iminente a temperaturii de regim din spațiul de sub capotă, o strînsă colaborare

Greutatea și prețul diverselor materiale față de oțel

Tabelul 7

Materiale	Preț de cost %	Uzurare raportată la oțel %
Oțel	100	0
Poliester armat (fibre de sticlă)	125	50
Folii de plastic formate (SMC)	115	35 . . . 50
Epoxide armate (fibre de carbon)	150 . . . 400	60 . . . 70
Nylon armat (fibre de sticlă)	150	35
Aluminiu	200 . . . 300	50 . . . 60

Diverse materiale — stadii de cercetare și de aplicare

Tabelul 8

Utilizare \ Materiale	Aluminiu	Magneziu	Compoziție cu fibre de sticlă	Compoziție cu grafit	Compoziție cu fibre organice	Materiale plastice	Substanțe plastice laminate	Ceramice
Radiator	3—4	—	(1)	—	?	—	—	—
Roți	4	—	3	—	—	—	—	—
Pneuri	—	—	(1)	—	—	—	—	—
Amortizoare	1—(2)	—	—	—	—	—	—	—
Bare de protecție	1—(2)	—	—	2	—	—	—	—
Scaunele din cabină	2—3	—	(3)—4	2—3	4	4	3—4	—
Piese pentru motor	4	—	1—(2)	2—3	—	—	?	3—4
Sistemul de direcție	—	3—4	1—(2)	—	3	3	—	—
Transmisia	3	—	1—(2)	2—3	?	—	2	—
Diverse piese caroserie (capotă, uși)	2—3	—	2	2—3	?	(1)	3—4	—
Retrovizorul extern	—	4	—	—	—	—	—	—
Accesorii interioare	2—3	2—3	3	2—3	4	3—4	—	—
Sintemul de evacuare al produselor de ardere	(1—2)	—	—	—	—	—	—	3—4

Legenda :

1 — unele tentative de cercetare, nu există aplicații ; 2 — cercetări, încercări de laborator ; 3 — cercetări avansate, prezintă interes sigur în practică ; 4 — cercetări foarte avansate și aplicare în industria automobilelor

și însușirea problemelor specifice, atît de către constructorii de automobile și motoare, cît și de către creatorii de materii prime (plastice). În vederea soluționării acestor noi situații, în industria motoarelor cu ardere internă, se prevede **o deplasare a centrului de interes spre oțelurile de mare rezistență (HSLA), aluminiu și materiale „composite-laminate"**, în detrimentul fontei și oțelurilor moi. Ceramicile grafitate, metalele — composite vor juca din ce în ce mai mult un rol major în execuția organelor importante, de greutate mică, cum este cazul pieselor pentru motor dar și pentru transmisie, suspensie etc.

Alături de celelalte materiale noi, aflate în atenția constructorilor de motoare, și aceste oțeluri speciale de mare rezistență au făcut progrese considerabile, căci s-au atins caracteristici de rezistență de pînă la 4 ori mai ridicate, decît cele ale oțelurilor clasice.

În 1990, se preconizează ca aceste oțeluri să reprezinte 18% din greutatea totală a automobilului. Este de menționat faptul că industria siderurgică americană dispune deja de circa 150 variante de asemenea oțeluri. Sînt în curs de studiu noi domenii de aplicare ale acestora pe automobile, ca de exemplu : bloc motor ștanțat, sistem de evacuare ștanțat din oțel INOX, rezervor de ulei pentru transmisii automate din oțel special galvanizat etc.

Pentru unele elemente de structură, se preconizează în ultima vreme și utilizarea unor materiale laminate mixte, din metal și substanțe plastice denumite „sandwich", (simplu sau multistratificat). Aceste laminate se compun dintr-un material plastic cuprins între două straturi metalice (oțel sau aluminiu), laminarea efectuîndu-se la cald, sub presiune. Sînt destinate a înlocui oțelul, fiind în competiție cu aluminiul, căci aceste materiale sînt o combinație fericită între greutatea redusă a materialului plastic (polipropylen sau polietilenă) și rezistența, rigiditatea și proprietățile de formare ale oțelului, respectiv ale aluminiului. Astfel, se obține o reducere de greutate de 50 %, pentru o majorare a grosimii laminatului doar cu 10 %. Posedă proprietăți bune anticorozive și de izolare termică, rezistență la căldură, la produsele chimice sau petroliere și o reducere de 2—3 ori a prețului față de aluminiu. Pentru profile de mare importanță se folosesc procedee noi ca pultruziunea. Firma Hercules a realizat, pentru o transmisie automată, un capac de dimensiuni (0,9 x 0,4) m, care realizat fiind din oțel avea grosimea 0,76 mm și cîntărea 860 gr, iar din acest material composit-laminat, cu toate că are grosimea de 0,84 mm cîntărește doar 430 gr.

Firma specializată în fabricarea materialelor plastice MONSANTO a dezvoltat producția unui astfel de laminat mixt : aluminiu — Nylon 66 — aluminiu, care are doar 1/3 din greutatea piesei echivalente din oțel, desigur pentru o rezistență echivalentă.

În industria automobilelor toate aceste materiale de tehnologie de vîrf, despre care s-a amintit, cunosc o creștere vertiginoasă în ulti-

Greutatea și conținutul energetic al diverselor materiale cu proprietăți mecanice egale

Tabelul 9

Materiale	Greut. %	Conținut energetic %
Oțel	100	100
Aluminiu	50	178
SMC*)	59	47
Armat cu : — țesătură de sticlă	50	57
— fibre de sticlă	41	48
— țesătură de grafit	27	50
— fibre de grafit	22	48

*) SMC – Sheet Moulding Compound : folie din material plastic predurificată, introdusă în formă și polimerizata printr-o operație de comprimare la temperatură ridicată.

Diverse materiale în compunerea automobilelor (în 1978 și în 1987)

Tabelul 10

Materiale	1978		1987	
	%	kg	%	kg
Fier	17,9	285	10,2	130
Oțel	58,8	935	60,0	765
Aluminiu	3,5	55	6,3	80
Materiale plastice	5,5	85	9,1	115
Cauciuc	2,8	45	2,9	37
Sticlă	2,8	43	2,8	35
Materiale plastice composite	0,6	10	0,8	10
Zinc	0,6	8	0,4	4
Diverse	7,5	120	7,5	95
Greutatea totală	100,0%	1590	100,0%	1275

mii ani. Astfel, dacă în industria americană de automobile consumul materialelor composite armate cu fibre de sticlă în 1976 a fost de 35.000 tone, iar în 1978 — de 220.000 tone, în 1985 se prevede a atinge 450.000 tone *)

Se afirmă că în privința cunoașterii bazelor teoretice a polimerilor, știința și tehnica se află încă la nivelul la care se găsea cercetarea metalurgică spre finele anilor '20. Dar aceasta nu contrazice faptul că **dezvoltarea,** la care s-a ajuns astăzi în **domeniul materialelor** destinate industriei automobilelor, **permite a se prevedea fabricarea curentă a unor vehicule economice cu consum în jur de 4 l/100 km.**

PROIECTE ORIGINALE DE PERSPECTIVĂ

În același timp, cercetările vaste efectuate sau în curs de definitivare în acest domeniu permit elaborarea unor proiecte îndrăznețe în domeniul construcției automobilelor, menite a lărgi concepțiile curent folosite.

Astfel, în R.F.G., la Institutul de Chimie macromoleculară din Fribourg-en-Brisgau, s-a reușit să se obțină polimeri complet cristalizați, caracterizați printr-o mare conductibilitate electrică, care au permis construirea unor conductori organici extrem de ușori. Aceasta, cu timpul, ar putea deveni esențial în rezolvarea problemei acumulatoarelor de greutate redusă pentru automobilul electric.

Saboții de fricțiune fără asbest, folosind fibre Du Pont, asigură prelungirea cu 70 % a duratei de funcționare față de elementele de fricțiune convenționale. Se utilizează de acum cu rezultate bune pe automobile ale firmelor Porsche, Audi—Quattro și Turbo 200, pe autobuzele citadine Daimler-Benz. În scopul reducerii consumului de energie, se studiază posibilitatea recuperării energiei de frînare, consumate în special în decursul circulației în oraș.

La Londra un număr de autobuze sînt echipate cu volanți de inerție din materiale plastice, iar în Franța, la uzinele RENAULT, se experimentează un dispozitiv cu greutatea de 70 kg, care contribuie la restituirea, în perioada de demaraj, a energiei pierdute în decursul frînării.

Concluzii

Din cele expuse se poate trage concluzia că posibilitățile de folosire a materialelor plastice în industria automobilelor sînt considerabile, impedimentul principal fiind încă prețul de cost și parțial calitatea necesară (tabel 7).

În afara condițiilor mecanice se acordă o importanță deosebită criteriilor de rezistență la temperaturi ridicate și funcționării în medii agresive.

S-a ajuns în faza, în care industria automobilelor are obligația să cunoască în prealabil materialele plastice și composite, pentru a putea apoi concepe utilizarea acestora în mod corespunzător și avantajos. Acest proces se prevede a fi o evoluție progresivă și nu revolutivă. Stadiul cercetărilor și aplicării diverselor materiale se poate urmări, în tabelul 8.

În orice caz, specialiștii au ajuns la concluzia că implementarea materialelor plastice în construcția de automobile, în viitorul apropiat, va fi posibilă numai în urma aplicării unor tehnologii avansate de obținere a acestor materiale (tabelele 9, 10).

*) Date din ancheta serviciilor misiunii științifice a Ambasadei Franței la Washington împreună cu Ford Motor Co. Plastic R and D Center Budd Co, Hercules, ș. a.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Gazaix, M.:* În ajunul unui nou avînt al materialelor plastice în industria automobilelor — (lb. franceză) în Ingénieurs de l'automobile — SIA nr. 1-1982 pg. 82—85.

[2] *Baker, A.:* Protecția contra temperaturilor ridicate a echipamentelor amplasate în apropierea motorului (lb. germană) în Automobiltechnische Zeitschrift — (ATZ) vol. 84, nr. 3, 1982, pg. 141—146.

[3] *x x x:* Materiale plastice utilizate la fabricarea autovehiculelor (lb. germană) în Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) vol. 84, nr. 3, 1982, pg. I-VIII.

[4] *x x x:* Materiale ceramice utilizate la fabricarea motoarelor (lb. germană) în Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) vol. 84, nr. 12, 1982, pg. 624.

[5] *x x x:* Motor industry plants in plastics for the '80 s. (Perspectivele industriei de motoare în domeniul plasticelor pentru anii '80) în Engineering Materials and Design. August 1981 p. 32—33.

[6] *Wise C.E.:* Motoare cu ardere internă cu piese din material plastic (lb. engleză) în MACHINE DESIGN — vol. 52, nr. 10, 1980, pg. 15, 24—26.

[7] *Donald, R,, Dreger:* Proiectarea cu folosirea unor materiale composite avansate (lb. engleză) în MACINE DESIGN vol. 52, nr. 10, 1980, pg. 89—93.

[8] *Desprodelles, A.M.:* Noi concepții în fabricarea motoarelor cu ardere internă (lb. franceză) în INDUSTRIES ET TECHNIQUES nr. 451, aprilie 1981, pg. 62—64.

[9] *Séchex, Cristian:* Cercetări științifice în domeniul materialelor utilizate pentru construcția automobilelor în SUA (lb. franceză) în INDUSTRIES ET TECHNIQUES nr. 478, martie 1982, pg. 39—48.

[10] *x x x:* FIAT face cercetări cu privire la folosirea materialelor plastice în construcția caroseriei (lb. engleză) în EUROPEAN PLASTICS NEWS, vol. 8, nr. 12, dec. 1981, pg. 20—22.

[11] *x x x:* Materiale plastice în industria automobilelor (lb. engleză), în EUROPEAN PLASTICS NEW, vol. 8, nr. 6, iunie 1981, pg. 6—17.

[12] *x x x:* Revista „PLASTIQUES RENFORCÉS". FIBRE DE VERRE TEXTILE (lb. franceză) vol. 21, nr. 9—10, noiembrie-decembrie 1981, pg. 7—69.

[13] Materiale composite „metal-plastic" (lb. franceză) în MATERIAUX ET TECHNIQUES nr. 1/2, 1983, pg. 45, 48.

[14] General Electric Plastics B.V. (Revista de firmă) Key to the future in car design (Soluții de perspectivă în proiectarea automobilului).

CZ : 621—752

Combaterea poluării sonore și a vibrațiilor în construcția de mașini

Dr. ing. Andrei **BĂNESCU** — I.C.C.M. București
Ing. Emil **RĂCHITĂ** — M.I.C.M. București

Punerea problemei

Poluarea mediului înconjurător constituie, în contextul dezvoltării economice interne, o problemă a tuturor țărilor.

Combaterea poluării mediului face parte din politica statului nostru, pe linia grijii pentru om, a creșterii eficienței muncii sale și a sporirii competitivității produselor. Poluarea sonoră este o componentă importantă a poluării mediului înconjurător.

Acțiunile de combatere a poluării sonore și a vibrațiilor au, alături de aspecte sociale și medico-sanitare, un aspect **tehnic,** care constă în realizarea de echipamente al căror nivel de zgomot să nu depășească limitele admise.

Acest ultim aspect implică și construcția de mașini, în mod deosebit activitatea de concepție din această ramură, mai puțin privind poluarea în timpul proceselor de fabricație, ci, în special, cea produsă în exploatarea mașinilor și instalațiilor din toată economia națională.

Astfel, la beneficiarii echipamentelor noastre, gradul de poluare este influențat de factorii de exploatare (corectitudinea exploatării utilajelor și tehnologiilor), dar și de factorii de dotare cu dispozitive auxiliare antipoluante și aparate de măsură și control ale utilajelor și instalațiilor.

Aceste necesități generează preocupări și orientări noi în activitatea de cercetare și proiectare a utilajelor, în direcția măsurării și evaluării zgomotului și vibrațiilor, precum și a soluțiilor de combatere a acestora.

Zgomot — vibrație și organismul uman

Urechea omenească funcționează ca un analizor de frecvențe, fiind un indicator de directivitate a sunetului și, în același timp, un indicator al tăriei, înălțimii și timbrului său.

Relația între nivelul zgomotelor și vibrațiilor și perceperea subiectivă umană a acestor nivele este cuprinsă în standarde și constituie obiectul preocupărilor unui mare număr de cercetători, în vederea extinderii domeniilor de valabilitate a datelor obținute pe cale teoretică și experimentală.

Atît zgomotele, cît și vibrațiile au acțiuni complexe asupra organismului uman producînd diferite efecte dăunătoare, în funcție de sensibilitatea individului.

Astfel, zgomotele și vibrațiile pot conduce la afecțiuni ale diferitelor organe (modificări ale tensiunii arteriale și ritmului respirației, accentuarea oboselii, reducerea inteligibilității vorbirii, tulburări ale aparatului auditiv, etc.) Astfel, s-a observat că randamentul muncitorilor care lucrează în vecinătatea unor surse de zgomot, după 4 ore de expunere, scade cu 33%.

Stabilirea unor nivele limită acceptabile pentru zgomot și vibrații este o problemă complexă și delicată pentru cercetători, care trebuie să țină seama de criterii medicale (efecte nocive asupra organismului), tehnice (posibilitățile de realizare ale dispozitivelor propuse), profesionale (cerințele activităților) și economice. Este unanim recunoscut principiul că la locuri de muncă diferite se impun norme diferite.

Limitele admise se stabilesc în funcție de asigurarea protecției, atît sub raportul efectelor locale, cît și al efectelor generale (evitarea efectului supărător și interferarea atenției). Astfel, de exemplu, limita admisă pentru zgomotul la locul de muncă de 90 dB, care este nivelul acustic echivalent continuu pe săptămînă și se stabilește pe baza unor calcule ce țin seama de durata de expunere, de caracterul zgomotului etc.

Dificultățile normării vibrațiilor provin din faptul că vibrațiile, în producție, sînt foarte complexe, au perioade, frecvențe, amplitudini, accelerații și direcții diferite.

Normativele din țara noastră recomandă curbe-limită admise pentru întregul program de lucru al zilei.

Orientări în cercetările antizgomot și antivibrație

Combaterea zgomotului și vibrațiilor este o problemă de **sistem,** iar acesta este format din sursă, cale de propagare și receptor.

Fie că este vorba de înlocuirea mașinii, de utilizarea unor ecrane fonoizolante, schimbarea dispoziției elementelor de comandă, monta-

rea unui atenuator sau a unor conducte fonoabsorbante la eşapamentul maşinii, fixarea maşinii pe elemente vibroizolante, tratarea acustică a tavanului sau a pereţilor etc., **concepţia modului de combatere** trebuie să reprezinte un **compromis între performanţele acustice şi preţul de cost,** iar aceasta comportă cercetări care se referă la trei aspecte :

— la sursă (prin aplicarea unui complex de măsuri constructive, tehnologice şi de exploatare, care au drept scop preîntîmpinarea rezonanţei, neechilibrărilor, atenuarea energiei vibraţiilor, îmbunătăţirea tehnologiei de execuţie şi montaj etc.) ;

— la limitarea domeniului de propagare ;

— la protejarea aparaturii periclitate.

O largă direcţie de cercetare este orientată spre **studiul comportării materialelor** convenţionale şi al creării de materiale noi, fonoabsorbante şi fonoizolante, sau materiale cu caracteristici elastice, pentru diferite regimuri de solicitare la vibraţii.

Cercetări noi sînt orientate spre **calcularea, realizarea şi testarea de componente pentru combaterea zgomotelor şi vibraţiilor** (de tipul atenuatoarelor, respectiv absorbitorilor dinamici, de construcţii compacte şi geometrii adecvate, pentru a disipa energia sonoră sau a schimba caracteristicile sistemului, decalînd frecvenţa proprie faţă de frecvenţa forţelor perturbatoare).

O direcţie de cercetare se referă la **valorificarea** mai accentuată în activitatea de concepţie a **datelor obţinute în supravegherea echipamentelor în exploatare,** sub aspectul detectării tranziţiei de la starea definită ca normală la cea de defecţiune şi al diagnosticării tipului de defecţiune. Procedurile utilizate au devenit tot mai sofisticate, în prezent fiind curent folosite abordările multiparametrice şi simulările pe modele.

Cercetările privind **măsurarea caracteristicilor fizice ale zgomotului** generat de maşini au ca obiective : compararea cu normele, compararea cu zgomotul altor maşini cu aceleaşi caracteristici, compararea zgomotului emis de maşini diferite, determinarea zgomotului perceput de la o distanţă oarecare.

Sursa de zgomot se caracterizează prin puterea acustică emisă, aspectul de frecvenţă şi factorul de directivitate. Deoarece maşinile nu produc un cîmp acustic uniform, este necesar ca să se facă măsurări în mai multe puncte în jurul lor, puncte prin care trece o suprafaţă ipotetică de forme convenabil alese.

Metodele şi aparatele utilizate, bazate pe mijloace mecanice, termice sau optice, alegerea schemelor de măsurare, prelucrarea numerică cu ajutorul calculatorului a datelor reprezentînd semnalele analizei spectrale se concretizează într-o direcţie de cercetare deosebit de apreciată în ţările avansate, care au generat aparate şi industrii înfloritoare datorită eficienţei lor economice. Ansambluri compacte de astfel de aparate pot efectua, în limitele de timp de ordinul milisecundelor, calculul unor funcţii ca : densităţile spectrale sau intraspectrale ale unor semnale de intrare şi ieşire dintr-un sistem, densităţile de probabilitate, funcţiile de autocorelaţie, interrelaţiile de covariantă sau coerenţă a aceloraşi semnale, date deosebit de importante în studiile de analiză spectrală modernă a unor sisteme acţionate de semnale aleatoare.

Baza materială a măsurărilor de zgomot este completată cu încăperile anecoide, unde sunetele sînt absorbite aproape integral la incidenţa pe suprafeţele limitatoare.

În ţările dezvoltate, cercetările întreprinse asupra componentelor, utilajelor sau sistemelor de instalaţii sînt orientate spre **studiul aspectului fizic al apariţiei zgomotului al depistării surselor de zgomot al analizei spectrului zgomotului, al evaluării calităţii nivelurilor de zgomot** generate de diferite agregate în diferite regimuri de viteză şi sarcină, al stabilirii unui complex de **soluţii de combatere la sursă** a zgomotului sau de împiedicare a propagării sale în mediul înconjurător, al proiectării şi realizării unor atenuatoare de zgomot eficiente din punct de vedere acustic, al **elaborării de metode unice de măsurare** a zgomotului generat, şi al **stabilirii unor niveluri acustice limită.**

Pentru construcţia de maşini, există preocupări incipiente privind obiectivele de cercetare orientate spre combaterea poluării datorate zgomotului şi vibraţiilor. De aceea, în cele ce urmează, se pot identifica o serie de componente şi utilaje tehnologice ce constituie surse de zgomot şi vibraţii :

— **compresoare** (zgomote generate de supapele de aspiraţie, de circulaţia gazului supus comprimării, de motorul de antrenare ş.a.) ;

— **motoare electrice** (zgomote generate de neechilibrarea motorului, apariţia forţelor de impact în lagăre, vibraţia periilor, circulaţia aerului de răcire de-a lungul rotorului, pulsaţia cîmpului electromagnetic în intrefier) ;

— **motoare diesel** (explozia gazelor în cilindri, evacuarea gazelor arse şi admisia aerului necesar funcţionării motorului, apariţia vibraţiilor complexe ale ansamblului arbore cotit, bielă-manivelă, funcţionarea elementelor auxiliare ale motorului — pompă de injecţie, apă, ulei etc.) ;

— **reductoare** (procesul de angrenare al roţilor dinţate, vibraţia laterală a roţii dinţate mari şi a carcasei reductorului) .

— **ventilatoare** (zgomote de natură aerodinamică şi mecanică) ;

— **arzătoare** (arderea combustibilului, aspirarea aerului de preamestec).

Pentru eliminarea surselor de zgomot și vibrații la utilajele tehnologice, există permanente preocupări și direcții de cercetare.

Astfel, la **utilajele miniere,** se pune problema atît a apărării lucrătorului de zgomote ce sînt periculoase din punct de vedere fiziologic, cît și a asigurării capacității sale de a distinge zgomotele provocate de prăbușiri și mișcări subterane.

În subteran, datorită rezonanței crescute a undelor sonore, la aceleași mașini, nivelul de zgomot generat crește cu 6—8 dB, în comparație cu cel generat la suprafață. Zgomotele în acest domeniu sînt generate de perforatoarele pneumatice, combine, mașinile de încărcat pneumatice (care ating maximum în momentul încărcării cupei cu material dislocat), instalații de dirijare a vagoanelor, stațiile de concasare, utilaje de preparare etc.

În domeniul **utilajului de construcții,** se utilizează încărcătoare mecanice, compactoare, nivelatoare, buldozere, excavatoare etc. Nivelele de zgomot ating, pentru unele utilaje, 116 dB, la frecvențe dominante de 50-300 Hz.

Prin soluții judicioase de concepție, zgomotul motorului unui excavator se poate reduce cu 3—5 dB (în funcție de tipul motorului), cu o cheltuială suplimentară relativ redusă, de 5—10% din valoarea motorului.

Programele de cercetări au ca primă etapă măsurările pe diverse mașini de șantier, în vederea evaluării nivelului de accelerații la care sînt supuși conducătorii, apoi studii comparative ale diferitelor modalități de transmitere a vibrațiilor la om, iar în final recomandări de soluții pentru reducerea nivelului de vibrații la care este supus conducătorul. S-a constatat că vibrațiile cu frecvențe între 1—10 Hz sînt cele mai periculoase, deoarece în această gamă se produce rezonanța principalelor organe ale corpului.

În domeniul **utilajului petrolier,** se constată nivele de zgomot ridicate la instalațiile de foraj datorită grupurilor de forță alcătuite din două, trei, sau chiar patru motoare diesel, depășindu-se limitele admise de curba Cz 85, de 25 dB.

În **industria chimică,** menționăm compresoarele de aer sau de gaze, pompele centrifuge, coductele de gaze sau de aer, (ca urmare a vibrațiilor pereților conductei, datorită scurgerilor turbulente ale gazelor sau aerului), supapele de evacuare a surplusului de aer cu care sînt dotate unele turbocompresoare, și cuptoarele, care produc un zgomt de nivel ridicat datorită arzătoarelor de gaze. Măsurări făcute în stațiile de compresoare arată depășiri ale curbei Cz 85, cu 4—13 dB, în domeniul 500—1600 Hz, iar la stațiile de pompare cu 11 dB, în domeniul 250—4000 Hz.

Într-o uzină de prelucrare a cauciucului, în halele de amestecare, curbele-limită admise sînt depășite cu 12 dB (la 2000 Hz), datorită utilajelor zgomotoase.

În fabricile de prelucrare a materialelor plastice morile de mărunțit deșeuri de PVC generează un zgomot în banda frecvențelor medii și înalte (250—800 Hz) la care depășirile limitelor admise sînt situate între 7—19 dB.

La utilajele de transport, și în special la cele utilizate pentru transportul rutier, zgomotul generat de motor se compune din zgomotul sistemului de admisie, zgomotul cauzat de procesul de combustie (care se manifestă sub forma unor impulsuri de vibrații), zgomote provocate de vibrațiile pereților și chiulasei blocului cilindrilor și ale capacelor mecanismului de distribuție cu supape, zgomotul mecanismului de distribuție cu supape și al pompei de combustibil, zgomotul sistemului de ventilare pentru răcirea motorului, la care componenta fundamentală are un nivel ridicat (107 dB), zgomotul de evacuare a gazelor arse etc. La acestea se adaugă zgomotele generate de vibrațiile axului cardanic și ale caroseriei, ale frînelor și anvelopelor etc.

La **nave,** sursele de zgomot și vibrații sînt : instalația de forță, elicele de propulsie, instalațiile auxiliare, loviturile valurilor etc. Zgomotul și vibrațiile generate de elice se explică prin fenomene cu caracter hidrodinamic, ce apar ca urmare a interacțiunii dintre curentul de atac și palele elicei, loviturile jetului de apă aruncat de elice, în momentul în care palele acesteia depășesc planul etamboului, echilibrarea insuficientă a elicei, vibrațiile palelor etc. Calculul precis al frecvențelor și formelor vibrațiilor este foarte complicat și greoi. Cu toate acestea, calculele întocmite înaintea construirii navei sînt recomandate, deoarece contribuie mai eficient la reducerea vibrațiilor în exploatare.

La **mașini-unelte,** se pune problema eliminării zgomotelor și vibrațiilor legate de procesul de prelucrare a materialului, sau de forțele excitatoare generate de anumite subansambluri ale mașinii propriu-zise.

La **ciocane de forjă și mașini de ștanțat,** se pune problema limitării zgomotului de impact dintre organul de lucru și piesa sau materialul de prelucrat, de asemenea, a atenuării propagării vibrațiilor la alte utilaje învecinate, sau la structura halei.

Aceste direcții de cercetare se finalizează prin prototipuri de componente care urmează să fie proiectate.

Pentru a veni în sprijinul proiectanților de utilaje din industria construcțiilor de mașini, Institutul de Cercetări pentru Protecția Muncii, a elaborat un „Îndrumător pentru proiectarea sistemelor fono și vibroizolante", care va ieși de sub tipar în cursul acestui an.

În afară de metodele clasice pentru studiul și reducerea nivelului de zgomot, în ultimii ani, în lume au început să se impună și o serie de metode moderne.

Astfel, un interes deosebit prezintă pentru acusticieni, cercetările bazate pe **determinarea funcțiilor de corelație**. Zgomotele fiind caracterizate prin procese aleatorii, cunoașterea funcțiilor de corelație permite să se determine caracteristicile fizice, cu interes practic ale zgomotului.

Microprocesoarele s-au dovedit, de asemenea, o armă redutabilă în combaterea zgomotului la utilajele cu caracteristici spectrale, constante, ale zgomotului. Conform acestei metode, în jurul sursei de zgomot, cu ajutorul unor difuzoare speciale se creează un cîmp sonor „antizgomot", avînd în fiecare punct din spațiu o amplitudine egală cu amplitudinea zgomotului, însă defazată cu 180°. Zgomotul cu „antizgomotul" interferîndu-se, se obține o anulare a fenomenelor acustice.

Pînă în prezent, cu această metodă s-au obținut rezultate promițătoare în cazul unei turbine cu nivel de zgomot de 135 dB.

Concluzii

Dezvoltarea impetuoasă în ultimii ani a industriei, în general, și în special a industriei construcțiilor de mașini, a condus la creșterea numărului și puterii surselor de zgomot și vibrații, depășindu-se în multe situații limitele admise de normele și standardele în vigoare.

Cercetările efectuate au pus în evidență faptul că zgomotul și vibrațiile care depășesc anumite intensități afectează nefavorabil caracteristicile funcționale și de siguranță ale instalațiilor și agregatelor, cu efecte negative asupra siguranței în exploatare, a calității produselor și competitivității la export.

Cercetările clinice au pus în evidență efectele nocive ale zgomotului și vibrațiilor cu grave consecințe pe plan medico-sanitar prin afectarea sănătății și capacității de muncă a muncitorilor.

Efectele negative pe care le produc zgomotele și vibrațiile atestă necesitatea unei mai bune conlucrări între cercetare-proiectare-producție, astfel încît problemele vizînd prevenirea și combaterea zgomotului și vibrațiilor, să fie abordate încă în faza de proiectare a mașinilor și instalațiilor.

Pentru prevenirea și combaterea zgomotului și vibrațiilor este necesar ca **în industria construcțiilor de mașini cercetările aplicative să se orienteze pe următoarele direcții principale :**

— realizarea de componente de mașini, agregate și instalații cu nivel de zgomot și vibrații care să se încadreze în limitele admise de standarde interne și internaționale ;

— elaborarea de noi standarde privind limitele de zgomot și vibrații la diferite utilaje și agregate ;

— perfecționarea mijloacelor și a modului de măsurare a caracteristicilor fizice ale zgomotului și vibrațiilor și valorificarea rezultatelor obținute din exploatare în concepția noului produs ;

— realizarea în țară a noi tipuri de materiale fonoizolatoare, fonoabsorbante și antivibratile.

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA 1883

balkancar

PRODUCTIVITATE RIDICATA, RENTABILITATE ŞI FIABILITATE IN EXPLOATARE

prin cărucioarele stivuitoare cu motor termic

Exportator :
BALKANCAR
Bd. 9 Septembrie 126
Sofia 1618, Bulgaria
Telefon : 56.51.21, telex : 22061
Distribuitor : Mecanoexport-import Consultaţii tehnice : Biroul tehnic-comercial Balkancar Bucureşti, str. Galaţi nr. 32, tel. 11.91.62.

RECORD-1

Siguranţă şi economie — sînt calităţile prin care se disting aceste cărucioare cu motor termic — mijloace de neînlocuit pentru manipularea încărcăturilor izolate şi paletizate în depozite acoperite sau neacoperite, în staţii de cale ferată, containere, cale de vapoare sau pretutindeni unde se cer dimensiuni cît mai mici ale dispozitivelor de manipulare combinate cu o productivitate ridicată.

Capacitatea de încărcare — 1000, 1250 şi 1600 kg
Înălţimea de ridicare — 2800, 3300, 4000 şi 4500 mm

Dacă aveţi nevoie de un dispozitiv de manipulare universal în scopul raţionalizării, fără investiţii importante, a operaţiilor de încărcare-descărcare-manipulare, precum şi în scopul realizării unor indici ridicaţi de randament în transportul şi manipularea încărcăturilor, alegeţi căruciorul termic elevator cu uşi false RECORD-1.

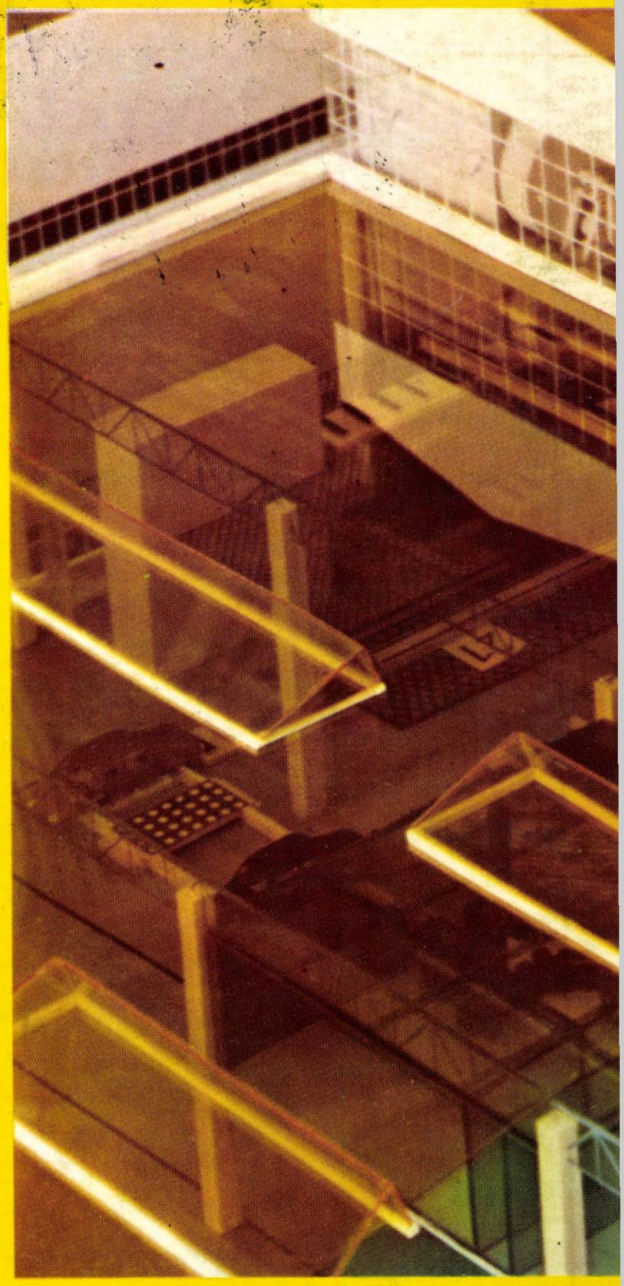
PUBLICOM

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

d i f u z e a z ă

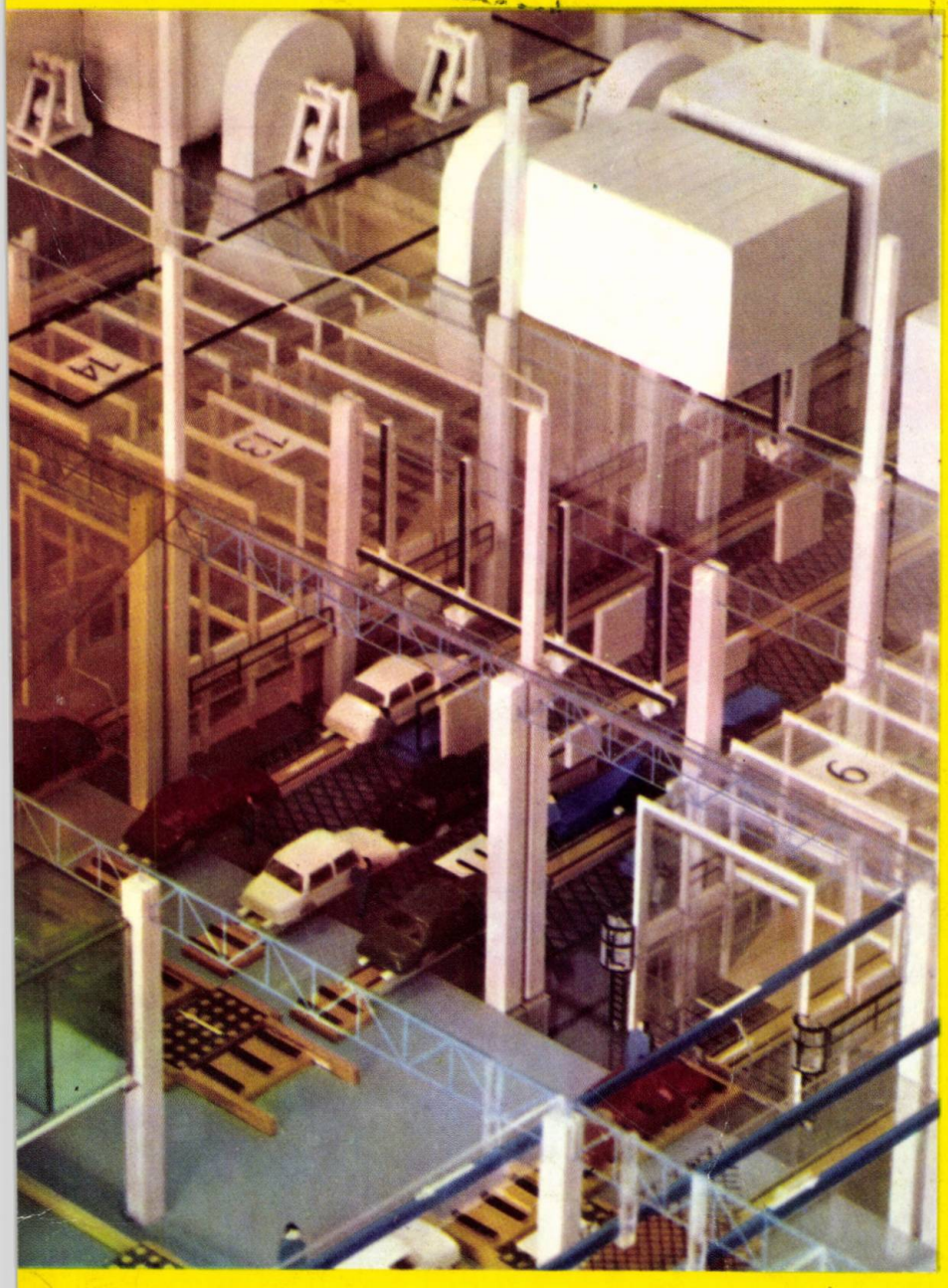
materiale de informare despre realizări din țară și din străinătate privind preocupările actuale în domeniul construcțiilor de mașini, de ex.: programul energetic, valorificarea surselor proprii de materii prime, economisirea materiilor prime și reciclarea deșeurilor etc. Difuzează, de asemenea, cataloage de fișe tehnice de produse, tehnologii, mecanizări, din fabricația curentă și din autoutilări, documente normative, materiale documentare în ajutorul proiectării și al producției.

1984 JUL 12



E3279

66 B
REFERATIVA



PRELUCRĂRI
PRIN AȘCHIERE

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

5

BUCUREȘTI ■ XXXVI ■ MAI ■ 1984

BIBLIOTECA INSTITUTULUI POLITEHNIC BUCUREȘTI 1883

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXVI, nr. 5, mai, 1984

CUPRINS

Prelucrări prin așchiere

RUSU, St., PETRICĂ, I. : **Estimarea durabilității sculelor așchietoare prin modelarea uzurii acestora cu ajutorul unui proces Markov staționar** 201

GRIGORIU, TH : **Contribuții privind tipizarea condițiilor, modul de lucru și evaluarea rezultatelor, la încercările de durabilitate a cuțitelor de strung** 205

BRĂGARU, A., PĂNUȘ, V., ARMEANU, A., DULGHERU, L. : **Particularități constructive ale seturilor de elemente modulate folosite pentru asamblarea dispozitivelor de prelucrare prin așchiere pe mașini-unelte** 213

MIILOU, GH., VIȘA, FL., FRĂȚILĂ, R. : **Ascuțirea frezelor-melc STAS 3092/3-76, pe mașina tip 3 A 622** 223

ERMALIUC, V., OLARIU, N. : **Procedee tehnologice și mașini speciale pentru executarea găurilor adînci** 235

RISTEA, IOLANDA, NEAGU, A. : **Tehnologii de finisare a suprafețelor prin vibrare** 245

VASILESCU, D. G., IATAN, R., MUNTEANU, M. : **Instalații toroidale pentru finisarea suprafețelor prin vibrare** 249

NEDELCOVICI, I., TEODORINI : **Tehnologii, sisteme și echipamente pentru recuperarea și gospodărirea șpanului** 254

GROZDANOVA, SNEJINA GHEORGHIEVA : **O metodă pentru sinteza optimă a structurii mașinilor-unelte agregat** 262

BUZATU, C : **Optimizarea multicriterială a parametrilor regimului de așchiere la operația de strunjire** 272

BERINDE, V., CADAR, TH. : **Contribuții la optimizarea procesului de șeveruire, p. I** 277

IVAN, N. V., ANGHELESCU, V. : **Formule de calcul rapid al adaosurilor de prelucrare** 284

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonator științific : Dr. ing. Gabriela Crișan, dr. ing. Ștefan Rusu
Coperta reprezintă secția de vopsitorie cu grad înalt de automatizare, pentru caroserii de autoturisme ; productivitatea, 25 caroserii/oră. Tehnologie, proiectare și asistență tehnică : I.C.T.C.M. București. Beneficiar: Întreprinderea de autoturisme Pitești

SUMARE

CZ : 621.91.02

Rusu, Șt., Petrică, I. : **Estimarea durabilității sculelor aşchietoare prin modelarea uzurii acestora cu ajutorul unui proces Markov staționar.**

Metoda prezentată are avantajul unei estimări cît mai exacte a durabilității sculei, cu toate consecințele favorabile ce decurg din aceasta. Deoarece toată dezvoltarea calculelor este bazată pe date inițiale obținute experimental, rezultatele prezintă un coeficient ridicat de veridicitate. Dezavantajul constă în faptul că sînt necesare experimentări inițiale relativ minuțioase ; de aceea metoda este eficientă mai ales la pregătirea tehnologică a producției de serie și de masă, pe linii automate, mașini-unelte agregat etc.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 5, 3 fig., 6 ref. bibl.

CZ : 621.9.025

Grigoriu, Th. : **Contribuții privind tipizarea condițiilor, a modului de lucru și a evaluării rezultatelor la încercările de durabilitate a cuțitelor de strung.**

Sînt prezentate, pe scurt, principalele condiții ce trebuie avute în vedere la desfășurarea experimentărilor pentru a crea premizele comparării diferitelor încercări, în condiții de dispersie minimă a rezultatelor. Articolul trece în revistă modul de înregistrare în fișele de încercări a datelor reale, trasarea diagramelor, precum și criteriile de evaluare a rezultatelor.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 5, 3 fig., 6 tab., 5 ref. bibl.

CZ : 621.753:681

Brăgaru, A., Pănuș, V., Armeanu, A., Dulgheru, L. : **Particularități constructive ale seturilor de elemente folosite pentru asamblarea dispozitivelor de prelucrare pe mașini-unelte prin aşchiere.**

Articolul evidențiază, în prima parte, particularităților generale și cele specifice ale stadiilor de existență ale seturilor de elemente modulate, considerate ca un întreg. În continuare, seturile modulate se asimilează cu sistemele generale de elemente și apoi sînt analizate separat particularitățile modulelor și particularitățile legăturilor dintre modulele setului.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 5, 14 fig., 4 tab., 5 ref. bibl.

CZ : 621.923:914

Miloiu, Gh., Vișa, Fl., Frățilă, R. : **Ascuțirea frezelor-melc STAS 3092/3—76 pe mașina tip 3 A 622.**

Lucrarea expune bazele de calcul ale parametrilor de reglaj ai dispozitivului de profilare cu lamă elastică încastrată la mijloc și deformată diferențiat pe cele două ramuri, folosit la mașinile de ascuțit tip 3 A 622 și 3663 P (U.R.S.S.) Se evaluează precizia de profilare la ascuțirea frezelor-melc cu canale elicoidale pentru roți cilindrice.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 5, 8 fig., 6 tab., 8 ref. bibl.

CZ : 621.951

Ermaliuc, V., Olaru, N. : **Procedee tehnologice și mașini speciale pentru executarea găurilor adînci.**

Sînt prezentate cele mai importante date specifice și caracteristici în legătură cu acest fel special de prelucrare, care-și găsește o largă aplicare la uzinarea unor elemente de mare tehnicitate ca : arbori de turbine, arbori navali, prăjini de foraj, cămăși pentru cilindri hidraulici etc. Se definesc și se descriu procedeele diferite de găurire adîncă, făcîndu-se referiri la documentația din literatura tehnică și insistîndu-se asupra procedeului BTA, adoptat de I.C.T.C.M. București. După ce se face o analiză a condițiilor specifice ce apar în decursul procesului de aşchiere (solicitarea sculei și geometria acesteia, în funcție de regimul de aşchiere, parametrii caracteristici ai lichidului de lubrifiere — răcire în vederea eliminării optime a aşchiilor), se prezintă construcția și caracteristicile gamei de mașini de găurire adîncă proiectate de I.C.T.C.M. București și asimilate în fabricația de serie la Întreprinderea „1 Mai" — Ploiești.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 5, 12 fig., 4 tab., 13 ref. bibl.

CZ : 621.795

Ristea, Iolanda, Neagu, A. : **Tehnologii de finisare a suprafețelor prin vibrare.**

Prezența bavurilor și a muchiilor vii împiedică montajul și influențează negativ funcționarea acestor piese în cadrul utilajului pentru care au fost realizate. Procesul de debavurare este determinat de anumiți parametri care depind în principal de natura materialului piesei, de configurația ei și de condițiile de calitate care se impun. Din această cauză se impune efectuarea de experimentări pentru stabilirea tehnologiei de debavurare care este specifică fiecărui tip de piesă și a utilajului care permite realizarea procesului. Se arată unele rezultate obținute în urma acestor experimentări efectuate de către I.C.T.C.M.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 5, 4 fig., 1 tab., 5 ref. bibl.

CZ : 621.795

Vasilescu, D, G., Iatan, R., Munteanu, M. : **Instalații toroidale pentru finisarea suprafețelor prin vibrare.**

Pornind de la problemele ridicate de operațiunile de finisare a suprafețelor, articolul prezintă cîteva sisteme, clasice și moderne, de realizare a acestor operațiuni. În continuare, se prezintă în detaliu execuția, în variantă clasică și în cîteva variante moderne, a instalațiilor toroidale pentru vibrofinisare, cu evidențierea unor lucrări de cercetare-experimentare efectuate în colaborare de I.C.T.C.M. și I.P.B. și sînt exemplificate cîteva lucrări proiectate de I.C.T.C.M. pentru diferiți beneficiari.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 5, 6 fig., 1 tab., 6 ref. bibl.

CZ : 669.054.8

Nedelcovici, I., Teodorini, Gh. : **Gospodărirea șpanului : tehnologie, sisteme, utilaje.**

Consecințele tehnice și efectele economice importante care se obțin în urma recuperării metalului justifică preocuparea pentru introducerea tehnologiilor și utilajelor de gospodărire a șpanului. Pe baza clasificării formei șpanului și naturii materialului (clasificare propusă de institutul UNIPMAS), se arată principalele procedee tehnologice recomandate.

Instalațiile cu flux continuu și cu flux discontinuu proiectate de I.C.T.C.M. constituie niște soluții complexe care asigură : evacuarea șpanului de la scula aşchietoare, colectarea șpanului de la mașinile-unelte, transportul șpanului, prelucrarea șpanului (sortarea, separarea corpurilor străine, sfărîmarea, separarea lichidelor de răcire, brichetarea.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 5, 2 fig.

CONTENTS

DC : 621.91.03

Rusu, Șt., Petrică, I.: **Estimating the Endurance of Cutting Tools by Modelling Their Wear by Means of a Stationary Markov Process**

The method presented shows the advantage of a more precise estimation of the tool endurance with all the favuorable results deriving from it. The whole computation development starting from experimentally obtained initial data, the results are highly veridic. A shortcoming of the method is the fact that relatively minute initial experiments are necessary; it is therefore efficient mainly in the technological preparation of the series and mass production performed by automated lines, special machine tools etc.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 5, 3 fig., 6 bibl. papers

DC : 621.9.025

Grigoriu, Th.: **Contributions to the Standardized Conditions, Operating Manner and Result Estimation of Lathe Tool Endurance Tests**

A short presentation is made of the main conditions to be observed when carryng out the experiments in order ti create the prerequisites of comparing various tests under conditions of minimum results varaince. The paper surveys the manner of entering real data in the test cards, of diagram plotting, as well as the result estimation criteria.

Construcția de ma;ini, 36 (1984), No. 5, 3 fig., 6 tables, 5 bibl. papers

DC : 621.753:681

Brăgaru, A., Pănuș, V., Armeanu, A., Dulgheru, L.: **Structural Features of the Modulated Elements Sets Used for Assembling the Cutting Devices of Machine Tools**

The first part of the paper points out the general and specific features of the existence stages of modulated elements sets considered as a whole. Modulated sets are further assimilated to general element systems, and then module features and the characteristics of the set modules connections are separately analysed.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 5, 14 fig., 4 tables, 5 bibl. papers

DC : 621.923:621.914

Miloiu, Gh., Vișa, Fl., Frățilă, R.: **Using the 3 A 622 Machine to Dress STAS 3092/3—76 Hob Cutters**

The paper shows the computation bases of the adjustment parameters for the shaping device with elastic blade embedded in the middle and differently deformed along the two sides equipping the dressing machines type 3 A 622 and 3663 P (URSS). The shaping sccuracy is estimated when dressing spur gear hobs with helical grooves.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 5, 2 fig.

DC : 621.951

Ermaliuc, V., Olaru, N.: **Technological Methods and Special Machines for Performing Deep Holes.**

The paper presents the most important specific data and characteristics concerning this special processing manner widely used in machining highly technical elements including turbine shafts, naval shafts, drill pipes, hydraulic cylinder liners etc. Various deep drilling methods are defined and described wiht reference to the technical literature documentation and dwelling upon the BTA method adopted by I.C.T.C.M. Bucharest. The analysis of the specific conditions occurring during the cutting process (the tool stress and geometry function of the cutting duty, characteristic parameters of the cutting oil for a best chips discharge) is followed by the structure and features of the deep drills range designed by I.C.T.C.M. — Bucharest and taken up into serial production by the „1 Mai" Works of Ploiesti.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 5, 12 fig., 4 tables, 13 bibl. papers.

DC : 621.795

Ristea, Iolanda, Neagu, A.: **Vibration Surface Finishing Technologies**

The presence of burrs and raw edges hamper the mounting and has a negative influence on the operation of the relevant components within the eyuipment they were meant for. The burring process is determined by certain parameters mainly depending upon the component material nature, its configuration and the required quality condition. Experiments are therefore necessary for establishing the burring technology specific for each component type and the equipment able to perform the relevant process, Certain results are given obtained following the experiments carried out by I.C.T.C.M.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 5, 4 fig., 1 table, 5 bibl. papers.

DC : 621.975

Vasilescu, D. G., Iatan, R., Munteanu, M.: **Toroid Installations for Vibration Surface Finishing**

Starting from the problems arising in surface finishing, the paper submits several conventional and modern systems for performing the relevant operations. The paper moreover presents the conventional version and several modern solutions structural details of vibrofinishing toroid installations. Mention is made of certain research-experiment works jointly carried out by I.C.T.C.M. and I.P.B. and several I.C.T.C.M. designs for various end users are listed.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 5, 6 fig., 1 table, 6 bibl. papers.

DC : 669.054.8

Nedelcovici, I., Teodorini, Gh.: **Cuttings Economy: Technology, Systems, Equipment**

The technical results and important economic effects obtained following the metal recovery justify the concern for implementing technologies and equipment of cuttings economy. The main technological methods recommended start from the classification of cuttings shape and material nature submitted by the UNIPTMAS Institute.

The continuous and discontinuous flow installations designed by I.C.T.C.M. are complex solutions securing: tool cuttings removal, machine-tool cuttings collection, cuttings transport, cuttings processing (sorting, foreign bodies separation, crushing, cooling fluid removal, caking).

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 5, 2 fig.

DC : 621.9

Grozdanova, Snejina: **A Method for the Optimum Synthesis of Aggregate Machine Tools Structure**

The author submits a synthetic designing method for the optimum structure of an aggregate machine (or a system of aggregate machine tools), by the dendritic generation of structure versions, the choice of an optimum version — in point of specific cost at each level — as well as the further dendrite limiting to a determined minimum price version. The method is illustrated by its use in a concrete instance, while the possibilities are given of computer assisting the designing process.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 5, 6 fig., 3 tables, 3 bibl. papers

DC : 621.91.07

Buzatu, C.: **Several Criteria for Optimizing the Turning Cutting Duty Parameters**

The paper presents the mathematical model for optimizing the turning cutting duty parameters function of the cutting cost, electric power consumption and technical conditions required. The paper moreover gives the solution algorithm based upon a simple, fast and very suggestive grapho-analytical method.

Construcția de mașini, 36 (1984,, No. 5, 2 fig., 6 bibl. papers

SOMMAIRES

CD : 621.91.02

Rusu, Șt., Petrică, I. : **Estimation de la durabilité des outils de coupe par le modélage de leur usure à l'aide d'un processus Markov stationnaire**

La méthode présentée offre l'avantage d'un estimation aussi exacte que possible de la durabilité de l'outil, avec toutes les conséquences favorables découlant de cette opération. Etant donné que tout le développement des calculs repose sur les données intiales, obtenues expérimentalement, les résultats fournissent un haut coeffficient de véracité. L'inconvénient découle du besoin d'effectuer des expérimentations initiales relativement minutieuses ; pour cette raison, cette méthode est efficiente surtout à la préparation technologique de la production de grande série et de masse, sur les lignes automatiques, les machines-transfert.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 5, 3 fig., 6 réf.

CD : 621.9.025

Grigoriu Th. : **Contributions à la standardisation des conditions, du mode de travail et de l'évaluation des résultats des essais de durabilité des outils de coupe des tours.**

On présente brièvement les principales conditions dont on doit tenir compte lors du déroulement des expérimentations visant les indices de comparaison des différents essais, dans des conditions de dispersion minimale des résultats. L'article passe en revue le mode d'enregistrement dans les fiches des données réelles, le tracage des diagrammes et les critères d'évaluation des résultats.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 5, 3 fig., 6 tabl., 5 réf.

CD : 621.753:681

Brăgaru, A., Pănuș, V., Armeanu, A., Dulgheru, L. : **Particularités constructives des jeux d'éléments modulés servant à l'assemblage des dispositifs d'usinage montés sur les mahines-outils de coupe.**

Dans la première partie, l'article met en évidence les particularités générales et spécifiques des états d'existence des jeux d'éléments modulés, considérés comme un tout. Ensuite, les jeux modulés sont assimilés aux systèmes généraux d'éléments et, ensuite, sont analysées séparément les particularités des modules et les particularités des liaisons entre les modules du jeu.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 5, 14 fig., 4 tabl., 5 réf.

CD : 621.923:621.914

Miloiu, Gh., Vișa, Fl., Frățilă, R. : **Affûtage des fraises à vis sans fin STAS 3092/7-76 à l'aide de la machine type 3 A 622.**

L'ouvrage expose les bases de calcul des paramètres de réglage du dispositif à tailler les profils à lame élastique encastrée au milieu et déformée de manière différenciée sur les deux branches, utilisé aux affûteuses type 3 A 622 et 3663 P (U.R.S.S.). On évalue la précision de coupe lors de l'affûtage des fraises à vis sans fin à canaux hélicoïdaux pour roues cylindriques.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 5, 8 fig., 6 tabl., 8 réf.

CD : 621.951

Ermaliuc, V., Olaru, N. : **Procédés technologiques et machines spéciales pour l'exécution des trous profonds.**

On présente les principales données spécifiques et les caractéristiques concernant ce mode spécial d'usinage, qui est largement appliqué à l'usinage de certains éléments de haute technicité, notamment : arbres de turbine, arbres navals, tiges de forage, chemises pour cylindres hydrauliques etc. On définit et on décrit les différents procédés de perçage profond, en se référant à la documentation de la littérature technique et on insiste sur le procédé BTA, adopté a I.C.T.C.M. Bucarest. Après l'analyse des conditions spécifiques apparaissant durant le processus de coupe (la contrainte de l'outil et la géométrie de celui-ci, en fonction du régime de coupe, les paramètres caractéristiques du liquide lubrifiant-refroidisseur en vue d'éliminer de manière optimale les copeaux), on présente la construction et les caractéristiques de la gamme de perceuses en profondeur conçues par I.C.T.C.M. et adoptées à la fabrication de série par l'entreprise „1 Mai" de Ploiești.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 5, 12 fig., 4 tabl., 13 ref.

CD : 621.795

Ristea, Iolanda, Neagu, A. : **Technologies de finissage des surfaces par vibration.**

Le processus des bavures et des arrêtes vives empêche le montage et exerce une influence négative sur le fonctionnement de ces pièces une fois montés sur l'outillage auque elles sont destinées. Le processus de débavurage est détérminé par une série de paramètres dépendant, principalement, de la nature du matériau de la pièce, de la configuration de celle-ci et des conditions de qualité requises. Pour cette raison, il faut effecteur des expérimentations afin d'établier la technologie de débavurage spécifique à chaqe type de pièce et de l'outillage réalisant le processus. On indique une série de résultats obtenus des expérimentations effectuées à I.C.T.C.M.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 5, 4 fig., 1 tabl., 5 réf.

CD : 621.795

Vasilescu, D.G., Iatan, R., Munteanu, M. : **Installations toroïdales pour le finissage des surfaces par vibration.**

En considérant les problèmes soulevés par les operations de finissage des surfaces, l'article présente une série de systèmes, classiques et modernes, de réalisation de ces opérations. Il présente égalment en détail, l'exécution des installations toroïdales de vibro-finissage, en variante classique et plusieurs variantes modernes ; on met en évidence une série de travaux de recherche—expérimentation effectués par I.C.T.C.M. en collaboration avec I.P.B. et on donne, comme exemple, plusieurs ouvrages conçus par I.C.T.C.M. pour le compte de différents bénéficiaires.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 5, 6 fig., 1 tabl., 6 réf.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 621.91.02

Rusu, Şt., Petrică, I.: **Die Standzeiteinschätzung für Schneidewerkzeuge durch die Modellierung ihres Verschleißes mit Hilfe eines stationären Markow-Prozesses**

Das beschriebene Verfahren weist den Vorteil auf, daß es eine möglichst genaue Einschätzung der Werkzeugstandzeit gestattet mit allen sich daraus ergebenden Folgen. Da die gesamte Abwicklung der Berechnungen auf experimentell ermittelten Daten beruht, weisen die Ergebnisse ein großes Quantum an Wahrhaftgkeit auf. Der Nachteil besteht darin, daß es notwendig ist, relativ genaue Versuche im voraus durchzuführen ; das Verfahren erweist sich deshalb vor allem in der technologischen Vorbereitung der Serien — und Massenproduktion auf automatischen Strecken, Werkzeugmaschinenaggregaten u.a. als effizient.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 5, 3 Fig., 6 Lit.

DK : 621.9.025

Grigoriu, Th. : **Einige Beiträge hinsichtlich der Typisierung der Bedingungen, der Arbeitsweise und der Auswertung der Ergebnisse, die in der Überprüfung der Drehmeißelstandzeiten erzielt wurden**

Es werden in gedrängter Form die wichtigsten Bedingungen präsentiert, die in der Abwicklung der Versuche zu berücksichtigen sind, um die Voraussetzungen zu schaffen für den Vergleich zwischen den verschiedenen Überprüfungen bei minimaler Dispersion der Ergebnisse. Im Beitrag werden die Art und Weise Beschrieben, in der die Registrierung der Istangaben in die Karteikarten der Überprüfungen erfolgt, die Diagramme aufgezeichnet werden und auch die Kriterien zur Auswertung der Resultate angeführt.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 5, 3 Fig., 6 Tab., 5 Lit.

DK : 621.753:681

Brăgaru, A., Pănuş, V. Armeanu, A., Dulgheru, I.: **Bautechnische Merkmale der Sätze aus modulierten Elementen, die für den Zusammenbau der Vorrichtungen für das spanabhebende Formen auf Werkzeugmaschinen verwendet werden**

Im Beitrag werden im ersten Teil die allgemeinen wie auch die spezifischen Merkmale der im Bestehen der Sätze aus modulierten Elementen vorhandenen Stufen hervorgehoben, die als ein Ganzes behandelt werden. Anschließend werden die modulartig ausgeführten Sätze mit den allgemeinen Elementensystemen verglichen und endlich auch die Merkmale der Module und die Merkmale der Verbindungen zwischen den Modulen eines Satzes gerennt untersucht.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 5, 14 Fig., 4 Tab., 5 Lit.

DK : 621.923:621.914

Miloiu, Gh., Vişa, Fl., Frăţilă, R.: **Das Nachschleifen der Wälzfräsen STAS 3092/3—76 auf der Maschine Typ 3 A 622**

Im Beitrag werden die Berechnungsgrundlagen der Einstellparameter für die Profiliervorrichtung mit elastischer Schneide beschrieben, Schneide, die in der Mitte eingeklemmt und den beiden Ästen entlang unterschiedlich verformt ist ; die Vorrichtung wird auf den Schleifmaschinen Type 3 A 622 und 3663 P (UdSSR) verwendet. Es wird die Profilierungsgenauikkeit beim Schleifen der Spiralnutfräser zur genauigkeit beim Schleifen der Spiralnutfräser zur Bearbeitung von Stirnrädern eigenschatzt.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 5. 8 Fig., 6 Tab., 8 Lit.

DK : 621.951

Ermaliuc, V., Olaru, N.: **Technologische Verfahren und Sondermaschinen zur Ausführung der Tieflöcher**

Präsentiert werden die wichtigsten spezifischen Kenndaten und Merkmale, die mit diesem besonderen Bearbeitungsverfahren verbunden sind, das weitgehend in der Bearbeitung von technisch hochausgereiften Elementen Anwendung findet wie Turbinenwellen, Schiffswellen, Bohrgestänge, Lauf büchsen für hydraulische Zylinder u.a. Die verschiedenen Tiefbohrverfahren werden unter Berücksichtigung der technischen Fachliteratur festgelegt und beschrieben mit besonderem Nachdruck auf das von ICTCM in Bukarest angewandte BTA — Verfahren. Nach einer Analyse der während des Zerspanungsprozesses auftretenden spezifischen Bedingungen (Werkzeugbeanspruchung und dessen Geometrie je nach Zerspanungsart, charakteristische Parameter der Schmier — und Kühlflüssigkeit für die optimale Spanabführung) werden Bau und Kenndaten der Tiefbohrmaschinen beschrieben, die von ICTCM in Bukarest entwickelt und vom Betrieb 1 Mai in Ploieşti in die Serienfertigung übergeleitet wurden.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 5, 12 Fig., 4 Tab., 13 Lit.

DK : 621.795

Ristea, Iolanda, Neagu, A.: **Technologien für das Vibrationsgleitschleifen der Oberflächen**

Grat und rohe Kanten an Werkteilen verhindern die Montage und über einen negativen Einfluß auf den Betrieb der Maschinen für die sie entwickelt worden sind. Der Entgratungsprozeß wird von Parametern bestimmt die hauptsächlich vom Werkteilmaterial, von der Konfiguration des Werkteils wie auch von den Qualitätsbedingungen abhängig sind. Deshalb ist die Durchführung von Versuchen zur Festlegung der Entgratungstechnologie, die für jeden Werkteiltyp wie auch für jede Maschine, welche die Ausführung des Prozesses ermöglicht, spezifisch ist, erforderlich. Veröffentlicht werden auch einige Ergebnisse, die durch die von ICTCM durchgeführten Versuche erzielt wurden.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 5, 4 Fig., 1 Tab., 5 Lit.

DK : 621.795

Vasilescu, D. G., Iatan, R., Munteanu, M.: **Toroidale Anlagen für das Vibrationsgleitschleifen der Oberflächen**

Ausgehend von den Problemen, die mit dem Arbeitsvorgang zur Oberflächenveredelung verbunden sind, werden im Beitrag einige herkömmliche und moderne Systeme zur Ausführung dieses Arbeitsvorgangs präsentiert. Anschließend werden die herkömmliche Ausführungsvariante wie auch einige moderne Bauversionen der toroidalen Anlagen für das Vibrationsgleitschleifen eingehend beschrieben ; dabei werden einige Forschungsarbeiten und Versuche hervorgestrichen, die von ICTCM in Zusammenarbeit mit IPB ausgeführt wurden, wie auch einige der von ICTCM für verschiedene Bedarfsträger entworfenen Arbeiten als Beispiel angeführt.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 5, 6 Fig., 1 Tab., 6 Lit.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК : 621.91.02

Русу Шт., Петрикэ И.: **Оценка долговечности режущего инструмента моделированием его износа путем стационарного процесса Маркова**

Представленный метод выгоден наиболее точной оценкой долговечности инструмента, со всеми положительными последсвиями, вытекающими из ней. Имея ввиду то, что все расчёты основаны на первоначально полученных опытных данных, результаты отличаются высокой степенью вероятности. Невыгода в том, что необходимы сравнительно подробные первоначальные исследования, поэтому метод эффективен главным образом при технологической подготовке серийного и массового производства на автоматических линиях, агрегатах и т.д.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 5, 3 рис., 6 лит.

ДК : 621.9.025

Григориу Т.: **Вклад в типизацию условий способа работы и оценки результатов при испытании долговечности токарных резцов**

Коротко представлены главные условия, которые должны учитывать при осуществлении опытных работ по созданию предпосылок сравнения различных испытаний в условиях минимальной дисперсии результатов. Статья рассматривает способ регистрации на списках испытаний реальных данных, трассировку диаграмм, а также критерии оценки результатов.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 5, 3 рис., 6 лит., 5 лит.

ДК : 621.753 : 681

Брэгару А., Пэнуш В., Армеану А., Дулгеру Л.: **Конструктивные особенности комплектов сборных элементов для сборки обрабатывающих устройств на металлорежущих станках.**

Статья подчеркивает, в первой её части, общие и специфичесчие особенности стадий существования комплектов сборных элементов, взятых в целом. Дальше, сборные комплекты ассимилируются с общими системами элементов, о потом отдельно анализированы особенности сборных элементов и особенности связей между элементами комплета.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 5, 14 рис., 7 таб., 5 лит.

ДК : 621.923 : 621.914

Милою Г., Виша Ф., Фрэцилэ Р.: **Заточка червячной фрезы СТАС 3092/3—76 на машине типа 3 А 622**

Работа анализирует расчетные основы параметров регулировки профильного устройства эластической пластинкой, вложенной в середину и различно деформированной на обеих частях, используемого для заточной машины 3 А 622 и 366з Р (СССР). Оценивается прецизионность профилирования при заточки червяных фрез со спиральными канавками для зубчатых колёс.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 5, 8 рис., 6 табл., 8 лит.

ДК : 621.951

Ермалюк В., Олару Н.: **Технологические методы и специальные машины для обработки глубоких отверстий**

Представлены наиболее важные специфические данные и характеристики, связанных с этим специальным способом обработки, широко применяемым при обработке элементов высокой техничности, как: турбинные валы, судовые валы, бурильные штанги, для гидравлических цилиндров и т.д. Даются и определяются различные методы глубокого сверления с указанием на документацию технической литературы и упором на методе В Т А, употребляемом Институтом I.C.T.C.M. — Бухарест. После анализа специфических условий в курсе процесса резания употребление инструмента и его геометрия, в зависимости от режущего режима и характерных параметров смазочной охлаждающей жидкости в целях оптимального устранения сружек глубокосверлильных машин, представляются конструкция и характеристики их, спроектированных I.C.T.C.M. — Бухарест и освоенных в серийное произвоство Предприятием „1 Мая" — Плоешть.
Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 5, 12 рис., 12 рис., 4 таб., 13 лит.

ДК : 621.795

Ристеа Иоланда, Неагу А.: **Отделочные технологии поверхстей путем вибрирования**

Наличие заусениц и живых кромок препятствует сборке и отрицательно влияет на работу этих деталей на оборудовании, для которого они предназначены. Способ обрезки определён рядом параметрами, зависящими главным образом от вида материала детали, её конфигурации и от условий требуемой качественности. Поэтому, требуется осуществление опытных по определению технологии обрезки, специфической каждому типу детали и оборудования осуществляющего процесс. Даны некоторые результаты этих опытов института I.C.T.C.M.
Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 5, 4 рис., 1 табл., 5 лит.

Василеску Д.Г., Ятан Р., Мунтеану М.: **Тороидальные**
ДК : 621.795
установки для отделки поверхностей вибрированием

Исходя от вопросов связанных с операциями отделки поверхностей, статья представляет ряд классических и современных систем реализации этим операций. Дальше подробно изготовление в классическом варианте и ряде современных вариантов тороидальных установок для виброотделки, с указанием ряда опытноисследовательских работ в сотрудничестве с I.C.T.C.M. для различных заказчиков.
Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 5, 6 рис., 1 таб., 6 лит.

ДК : 669.054.8

Неделкович И., Теодорини Г.: **Хозяйствование рошпана : технология, системы, оборудование.**

Технические последствия и важные экономические результаты, полученные вследствие рекуперации металла оправдывают заботу об основе классификации формы рошпана и вида материала (классификация, предложенная институтом UNIPTMAS) даются главные рекомендуемые технологические методы. Установки постоянного и прерывного потока, спроектированные I.C.T.C.M. являются рядом комплексных решений обеспечивающих: эвакуацию рошпана с режущего инструмента, уборку рошпана со станков, транспортировку рошпана, его обработку (сортировку, сепарацию чужих частиц, дробление, сепарацию чужих частиц, дробление, сепарацию охлаждающих жидкостей, брикетирование).
Construcţia de maşini, 36 (1984),
н. 5, 2 рис.

CZ : 621.9

Grozdanova, Snejina : **O metodă pentru sinteza optimă a structurii mașinilor-unelte agregat.**

Autorul propune o metodă de proiectare sintetică a structurii optimale a unei mașini-unelte agregat (sau sisteme de mașini-unelte agregat), prin generarea arborescentă a variantelor de structură, alegerea variantei optime — din punctul de vedere al costului specific în fiecare nivel — și limitarea arborescenței, în continuare, la varianta de cost minim, determinată. Se exemplifică metoda, cu aplicare la un caz concret și se prezintă posibilitățile de asistare, pe calculator, a procesului de proiectare.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 5, 6 fig., 3 tab., 3 ref. bibl.

CZ : 621.91.07

Buzatu, C. : **Optimizarea multicriterială a parametrilor regimului de așchiere la operația de strunjire.**

În lucrare se prezintă modelul matematic de optimizare a parametrilor regimului de așchiere la operația de strunjire, în funcție de costul prelucrării, consumul de energie electrică și asigurarea condițiilor tehnice impuse, precum și algoritmul de rezolvare, bazat pe o metodă grafo-analitică simplă, rapidă și foarte sugestivă.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 5, 2 fig., 6 ref. bibl.

CZ : 621.91.02

Berinde, V., Cadar, Th. : **Contribuții la optimizarea procesului de șeveruire, p. I.**

Din cauza complexității fenomenelor ce au loc în timpul procesului de șeveruire, analiza lor trebuie limitată la un domeniu bine definit, cum ar fi suprafața elicoidală în evolventă a flancului șeverului. S-a determinat, astfel, curba evolventică, curbă ce generează suprafața deplasînd-o de-a lungul generatoarei flancului și ecuația suprafeței. Pe această bază, s-au determinat — apoi — traiectoriile canelurilor, la diferite tipuri constructive de șevere (clasic și special), cu ajutorul cărora se pot stabili anumiți parametri ai procesului de șeveruire. Articolul propune o relație originală pentru traiectoria canelurilor pe flancul dintelui, normală la direcția dintelui.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 4, 11 fig., 7 ref. bibl.

CZ : 621.753.1

Ivan, N. V., Anghelescu, V. : **Formule de calcul rapid al adaosurilor de prelucrare**

Punîndu-se problema exploatării optime a calculatoarelor electronice, atunci cînd se urmărește proiectarea automată a proceselor tehnologice, în lucrare se prezintă modalitățile prin care se poate rezolva, extrem de rapid, problema adaosurilor de prelucrare, fără a fi necesară încărcarea memoriei calculatorului cu volumul extrem de mare al informațiilor inițiale necesare.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 5, 1 fig., 1 tab., 5 ref. bibl.

DC : 621.91.02

Berinde, V., Cadar, Th. : **Contributions to Optimizing the Shaving Process**

An analysis of the complex phenomena taking place during the shaving process must confine itself toma well-defined domain such as the involute helical surface of the shaver side. That involute curve generating the surface by moving along the side generatrix was thus established alongside with the surface equation. The groove trajectories could be then established for various shaver design versions (conventional and special types) to be further used for finding out certain parameters of the shaving process. The paper submits an original relation for the groove trajectory on the tooth side, normal to the tooth direction.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 4, 11 fig., 7 bibl. papers

---

DC : 621.753.1

Ivan, N. V., Anghelescu, V. : **Fast Computing Formulae for Machining Allowance**

In order to make best use of the electronic computers when automatically designing the technological processes, the paper presents the manners of rapidly solving the problem of machining allowance without storing the extremely great valume of necessary initial data into the computer memory.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 5, 1 fig., 1 table, 5 bibl. papers

---

CD : 669.054.8

Nedelcovici, I., Teodorini Gh. : **Valorisation des copeaux : technologie, systèmes, outillages.**

Les conséquences techniques et les importants effets économiques obtenus par la récupération du métal justifient le souci d'adopter des technologies et des outillages destinés à valoriser les copeaux. En classifiant la forme des copeaux et la nature du matériau (clasification proposée par l'institut UNIPTAS), on montre les principaux procédés technologiques recommandés.

Les installations à flux continu et flux discontinu, conçues par I.C.T.C.M., constituent des solutions complexes susceptibles d'assurer : l'évacuation des copeaux depuis l'outil de coupe, la colecte des copeaux résultant des machines-outils, le transport des copeaux, le traitement des copeaux (tri, séparation des corps étrangers, broyage, séparation du liquide de refroidissement, briquettage).

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 5. 2 fig.

CD : 621.9

Grozdanova, Snejina : **Une méthode pour la synthèse optimale de la structure des machines-outils transfert**

L'auteur propose une méthode de projection synthétique de la structure optimale d'une machine-outil transfert (ou système de machines-outils transfert) par la genèse arborescente des variantes de structure, le choix de la variante optimale — du point de vue du coût spécifique à chaque niveau — et la limitation de l'arborescence, à la variante de coût maximale, déterminée. On donne un exemple de cette méthode appliquée à un cas concret et on présente les possibilités d'exécution du processus de projection assisté par calculatrice.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 5, 6 fig., 3 tabl., 3 réf.

CD : 621.91.07

Buzatu, C. : **Optimisation, par multiples critères, des paramètres du régime de coupe de l'opération de tournage**

L'ouvrage présente le modèle mathématique d'optimisation des paramètres du régime de coupe de l'opération de tuornage, en fonction du coût de l'usinage, de la consommation d'énergie et des conditions techiques requises ; on présente également l'algorythme de résolution, reposant sur une méthode graphique-analytique simple, rapide et suggestive

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 5, 2 fig., 6 réf.

CD : 621.91.02

Berinde, V., Cadar, Th. : **Contributions à l'optimisation du processus d'égalisation (shaving), I-ere partie**

Les phénomènes qui ont lieu durant le processus d'égalisation (shaving) étant très complexes, leur analyse doit être limitée à un domaine bien défini par exemple la surface hélicoïdale en involution du flanc du dispositif d'égalisation. On a déterminé la courbe involute, courbe qui engendre la surface, en la déplaçant le long de la génératrice du flanc, et l'équation de la surface. Sur cette base, on a déterminé ensuite les trajectoires des cannelures des différents types constructifs de dispositifs shaving (classique et spécial), qui ont servi à établir certains paramètres du processus de shaving. L'article propose une relation originale pour la trajectoire des cannelures sur le flanc de la dent, normale à la direction de la dent.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 5, 11 fig., 7 réf.

CD : 621.753.1

Ivan, N. V., Anghelescu, V.: **Formules de calcul rapide des additions d'usinage**

En posant le problème de l'exploitation optimale des calculatrices électroniques lorsqu'on vise la projection automatique des processus technologiques. l'ouvrage présente les modalités conduisant à la solution extrêmement rapide du problème des additions d'usinage, sans charger la mémoire de la calculatrice avec le volume etrêmement grand des informations initiales nécessaires.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 5, 1 fig., 1 tabl., 5 réf.

DK : 669.054.8

Nedelcovici, I., Teodorini, Gh.: **Die Spanbewirtschaftung : Technologie, Systeme, Maschinen**

Die wichtigsten technischen Folgen und ökonomischen Efekte, die durch die Rückgewinnung des Metalls gesichert werden können, berechtigen die Bemühungen zur Einführung der Spanbewirtschaftungstechnologien und — maschinen. Die empfohlenen wichtigsten technologischen Verfahren werden aufgrund der Spanform — und Werkstoffartklassifizierug (die vom Institut UNIPTMAS vorgeschlagene Klassifizierung) angeführt.

Die vom ICTCM entwickelten Anlagen mit kontinuierlichen und diskontinuierlichen Fluß stellen komplexe Lösungen dar, welche die Spanabführung vom Schneidewerkzeug, das Sammeln des Spans von den Werkzeugmaschinen, din Spanbeförderung und — verarbeitung (Sortierung, Entfernen der Fremdkörper, das Spanbrechen, das Abtrennen der Kühlflüssigkeiten, das Briketttieren) gewährleisten.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 2, 2 Fig.

DK : 621.9

Grozdanova, Snejina: **Eine Methode für die optimale Synthese der Struktur der Werkzeugmaschinenaggregate**

Der Autor schlägt eine Methode vor zur synthetischen Planung der optimalen Srtuktur einer Aggregat-Maschine (oder eines Systems von Werkzeugmaschinenaggregaten) durch die arboreszente Generierung der Strukturvarianten, die Wahl der optimalen Variante — vom Standpunkt der spezifichen Kosten für jede Stufe — und die weitere Begrenzung der Arboreszenz für die ermittelte Mindestkostenvariante. Die Methode wird durch die Anwendung in einem konkreten Fall veranschaulicht. Die Methode ermöglicht auch die rechnergestützte Projektierung

Constructia de maşini, 36 (1984), Nr. 5, 3 Tab., 3 Lit.

DK : 621.91.07

Buzatu, C.: **Einige Kriterien zur Optimierug der Zerspanungsparameter im Drehvorgang**

Im Beitrag wird das mathematische Modell zur Optimierung der Zerspanungsparameter im Drehvorgang, je nach Bearbeitungskosten, Stromverbrauch, Gewährleistung der vorgeschriebenen technischen Bedingungen und Lösungsalgorhythmus, der auf einer einfachen, raschen und besonders suggestiven graphisch-analytischen Methode beruht, präsentiert

Constructia de maşini, 36 (1984), Nr. 5, 2 Fig., 6 Lit.

DK : 621.91.02

Berinde, V., Cadar, Th.: **Einige Beiträge zur Optimierung des Schabvorgangs**

Durch die Komplexität der Erscheinugen, die während des Schabvorgangs auftreten, muß ihre Analyse auf ein streng festgelegten Bereich, wie es die spiralförmike Evolventenoberfläche ist, abgegrenz werden. Derart wurden die Evolventenkurve, die die Oberfläche bildet und sie der Flankenmantellinie entlang verschiebt, und die Oberflächengleichung ermittelt. Auf dieser Grundlage wurde anschließend die Nutenkurvengänge für verschiedene (herkömmliche und spezielle) Messerbautypen festgelegt mit deren Hilfe bestimmte Parameter Schabvorgangs ermittelt werden können. Im Beitrag wird eine originelle Beziehung für den normalen zur Zahnrichtung verlaufenden Nutengang auf der Zahnflanke vorgeschlagen.

Constructia de maşini, 36 (1984), Nr. 5, 11 Fig., 7 Lit.

DK : 621.753.1

Ivan, N. V., Anghelescu, V.: **Eine Formel zur schnellen Berechnung der Bearbeitungszugaben**

Hinsichtlich des optimalen Betriebs der elektronischen Datenverarbeitungsanlagen in der rechnergestützten Planung der technologischen Prozesse wird im Beitrag die Möglichkeit erörtet, die eine besonders schnelle Lösung des Problems der Bearbeitungszugaben gestattet ohne Belastung des Speichers mit dem großen Umfang an erforderlichen Ausgangsinformationen.

Constructia de maşini, 36 (1984), Nr. 5, 1 Fig., 1 Tab., 3 Lit.

ДК : 621.9

Грозданова Снежина : **Метод оптимального синтеза суктуры агрегатных металлообрабатывающих станков**

Автор предлагает метод синтетического проектирования отпимальной структуры станков-агрегатов (или системы агрегатных станков), путем древовидного генерирования структурных варнантов, выбор оптимального варианта, с точки зрения специфичной стоимости на каждом уровне, а также лимитирование древовидности в дальнейшем, при определенном варианте наименьшей себестоимости. Метод дается с применением конкретного случая и имеет возможности использования ЭВМ для процесса проектирования.

Constructia de maşini, 36 (1984), н. 5, 6 рис., 3 табл., 3 лит.

ДК : 621.91.07

Бузату К. : **Многокритерная оптимизация параметров режущего режима при обтачивании**

В работе даются математическую модель оптимизации параметров режущего режима при обтачивании, в зависимости от себестоимости обработки, расхода электроэнергии и обеспечивания требуемых рабочих условий, а также альгорифм решения, основанный на простом графо-аналитическом методе, быстром и очень эффективном.

Constructia de maşini, 36 (1984), н. 5, 2 рис., 6 лит.

ДК : 621.91.02

Беринде В., Кадар Т. : **Вклад в оптимизацию процессашевинга**
р.I.

Из-за комплексности явлений во время процессашевинга, их анализ должно лимитировать к хорошо определенной области, как : геликоидальная эвольвентная поверность шевинговой части. Определили, таким образом, эвольвентную кривую, генерирующую поверхность, перемещая её вдоль генератора части и уровнение поверхности. На этой основе, определили потом трассы жёлобов различных конструктивных типов шеверов (классический и специальный), при помощи которых можно определить ряд параметров процесса-щевинга. Статья предлагает оригинальное соотношение для трасс жлобов на части зуба ; нормальное для направления зуба.

Constructia de maşini, 36 (1984), н. 5, 11 рис., 7 лит.

ДК : 621.753.1

Иван Н.В., Ангелеску В. : **Формулы быстрого расчёта обработочных добавок**

Имея ввиду оптимальную эксплуатацию ЭВМ, когда хочется получить автоматическое проектирование технологических процессов, в работе представляются способы, путем которых можно решить очень быстро вопросы обработочных добавок, без нагрузки памяти ЭВМ с очень многими необходимыми первоначальными информациями.

Constructia de maşini, 36 (1984), н. 5, 1 рис., 1 таб., 5 лит.

CZ : 621.91.02

Estimarea durabilității sculelor aşchietoare prin modelarea uzurii acestora cu ajutorul unui proces Markov staționar

Conf. dr. ing. Ștefan **RUSU**, lector dr. Ion **PETRICĂ** — Facultatea de utilaj tehnologic, Catedra de tehnologie mecanică și organe de mașini, Institutul de construcții București

Pe măsura extinderii utilizării mașinilor-unelte agregat, a liniilor automate și a centrelor de prelucrare, apare necesitatea estimării cît mai exacte a durabilității sculei aşchietoare. Prin aceasta devine posibilă evitarea tuturor consecințelor nefavorabile (rebuturi, defecte neprevăzute ale sculei, creșterea timpului de întrerupere cauzat de schimbarea sculei și de reglarea la dimensiune a mașinii-unelte etc.) generate de o evaluare incorectă a durabilității sculei. În plus, devine posibilă determinarea durabilității optime, după criteriul schimbării simultane a sculelor aşchietoare pentru mașinile-unelte și liniile automate, ceea ce implică și creșterea eficienței economice a prelucrării.

În prezent, evaluarea uzurii și, implicit, a durabilității sculelor aşchietoare se realizează fie pe baza unor relații empirice, fie atribuind o densitate de probabilitate a timpului de lucru normal, după o anumită lege [1, 2].

Cu scopul creșterii preciziei de estimare, în cele ce urmează, se avansează o metodologie de evaluare a durabilității sculei aşchietoare,

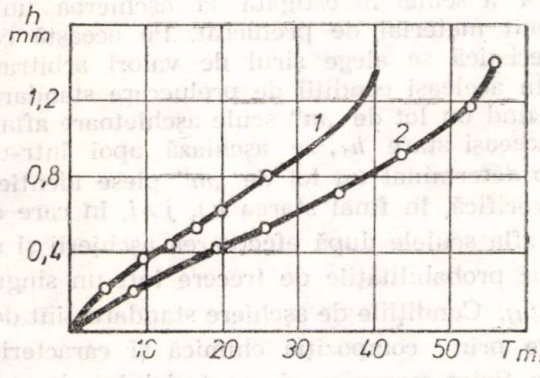


Fig. 1 Caracteristici de uzură ale unui cuțit de strung echipat cu plăcuță de carbură metalică T 15 KG. 1 — scula ascuțită ; 2 — scula ascuțită și finisată.

care, pornind de la o curbă reală de uzură, modelează procesul de uzură cu ajutorul unui proces Markov staționar. În figura 1 este dată caracteristica de uzură a unui cuțit cu plăcuță din T 15 K 6, la aşchierea oțelurilor. Natura procesului de uzură a unui astfel de cuțit este esențial definită de mecanismul de difuzie care are loc prin dizolvarea reciprocă metal de prelucrat — materialul sculei [3]. Intensitatea procesului de uzură este influențată de existența solicitărilor dinamice în timpul aşchierii, de calitatea lichidului de răcire — ungere, de proprietățile fizico-chimice ale materialului de prelucrat și ale materialului sculei, de rigiditatea structurii mașinii unelte, de intensitatea regimului de aşchiere etc. Este de remarcat că în cazul sculelor aşchietoare cu plăcuțe din carburi metalice, influența temperaturii nu este decisivă [3].

Ca urmare a influenței stochastice a tuturor acestor factori, durabilitatea sculei aşchietoare apare ca o mărime aleatoare, mărginită în normă fie de defectele accidentale (ruperea sculei, scoaterea prematură a sculei din exploatare etc, fie de defectele generate de procesul de uzură. Ca atare, funcția de fiabilitate a sculei se poate scrie sub forma :

$$P(t) = P_a(t) \cdot P_u(t) \tag{1}$$

unde :

$P_a(t)$ — funcția de fiabilitate a sculei luînd în considerare numai defectele accidentale ale acesteia ;

$P_u(t)$ — idem, luînd în considerare numai acțiunea procesului de uzură;

$P_a(t)$ se admite a fi o lege exponențială negativă [2, 4] :

$$P_a(t) = \exp.(-\varphi(\lambda) \cdot t), \tag{2}$$

unde λ este un parametru ce caracterizează intensitatea defecțiunilor, iar $\| \varphi(\lambda) \| > 0$, $\forall \lambda$ În cazuri practice, $\varphi(\lambda)$ este fie o funcție liniară $\varphi(\lambda) = \lambda$, fie o sumă de factori de influență :

$$\varphi(\lambda) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i$$

Subiectul studiului prezent îl constituite numai funcția $P_u(t)$. Fie $\xi(t)$ variabila aleatoare ce definește durabilitatea sculei așchietoare determinată de acțiunea procesului de uzură (starea sistemului). Fie încă $h_0, h_1 \ldots h_n$ un șir de valori alese arbitrar pe curba reală de uzură care definește mulțimea de stări a procesului de uzură considerat. Avem evident $h_i \in I$, $(i = 0, \ldots n)$ cu I — mulțime finită. Valoarea h_0 corespunde stării cuțitului nou sau reascuțit, h_n corespunde stării cuțitului ajuns la valoarea admisibilă a uzurii (fig. 2).

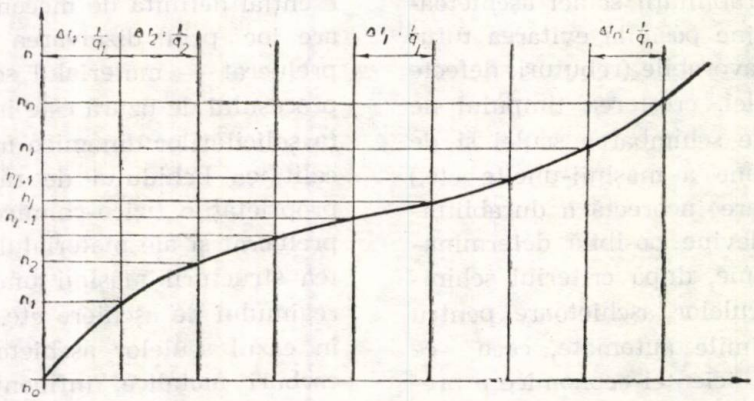


Fig. 2 Caracteristica de uzură discretizată prin puncte (h_j, t_j).

Procesul de uzură este un fenomen continuu crescător. Rezultă că probabilitatea condiționată a lui $\xi(t_j)$, cunoscînd valorile variabilei ξ pentru $t < t_{j-1} < t_j$, este egală cu probabilitatea condiționată a lui $\xi(t_j)$ cunoscînd numai valoarea lui $\xi(t_{j-1})$ adică :

$$P\{\xi(t_j) = h_j \mid \xi(t),\ (\forall) t < t_{j-1}\} = \\ = P\{\xi(t_j) = h_j \mid \xi(t_{j-1})\} \qquad (3)$$

Astfel spus, istoria întregului proces de uzură desfășurat anterior este conținută în întregime în valoarea stării prezente a sculei. De aici și caracterul de proces Markov al durabilității sculei așchietoare determinată de procesul de uzură. Fie, de asemenea, $p_{j-1,j}\,(t_{j-1}, h_{j-1};\ t_j, h_j)$, probabilitatea de trecere din starea h_{j-1} la timpul t_{j-1} în starea h_j la timpul t_j. Din însăși caracterul său, procesul de uzură, $p_{j-1,j}\,(t_{j-1}, h_{j-1};\ t_j h_j)$ depinde numai de diferența $(h_j - h_{j-1})$, deci numai de $(t_j - t_{j-1})$. Prin inducție, proprietatea de mai sus se poate extinde pentru orice p_{ij} cu $i, j = 0, \ldots, n$, fapt ce conferă caracterul de proces Markov staționar.

Pe de altă parte scula, așchietoare o dată ajunsă la starea h_j nu mai poate atinge în evoluția procesului starea h_i cu $i < j$, deci :

$$p_{ij} = 0 \text{ dacă } j < i \qquad (4)$$

Atunci, matricea probabilităților de trecere p_{ij} este :

(5)

$$A = p_{ij} = \begin{array}{c} \\ (h_0) \\ (h_1) \\ (h_2) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ (h_n) \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} (h_0) & (h_1) & (h_2) & \ldots & (h_n) \end{array} \\ \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} & p_{02} & \ldots & p_{0n} \\ 0 & p_{11} & p_{12} & \ldots & p_{1n} \\ 0 & 0 & p_{22} & \ldots & p_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \ldots & p_{nn} \end{bmatrix} \end{array}$$

Matricea A satisface evident proprietățile :

(6)

$$\sum_{j=0}^{n} p_{ij} = 1;\quad p_{nn} = 1;\quad p_{ij} \geq 0;\quad (\forall)\, j \geq i$$

Probabilitățile de trecere p_{ij} pot fi deduse experimental. Pentru aceasta, în condiții de prelucrare standard, se ridică caracteristica de uzură a sculei investigată la așchierea unui anumit material de prelucrat. Pe această caracteristică se alege șirul de valori arbitrare h_i. În aceleași condiții de prelucrare standard, utilizînd un lot de „m" scule așchietoare aflate în aceeași stare h_i, se așchiază apoi într-un timp determinat un lot de „m" piese identice. Se verifică, în final starea h_j, $j \geq i$, în care se vor afla sculele după efectuarea așchierii și se deduc probabilitățile de trecere într-un singur pas p_{ij}. Condițiile de așchiere standard sînt definite prin : compoziția chimică și caracteristicile fizico-mecanice ale materialului de prelucrat, mașina-unealtă, compoziția chimică a carburii metalice, geometria sculei așchietoare (α, γ, λ, ρ_β, r_ε, b_{fr}, γ_f, $\varkappa$) și regimul de așchiere (v, s, b). Este de remarcat influența majoră a vitezei principale de așchiere v, care poate modifica esențial datele experimentale (fig. 3).

Lanțul Markov staționar cu un număr finit de stări, care modelează procesul de uzură al sculei așchietoare, este un lanț absorbant cu o

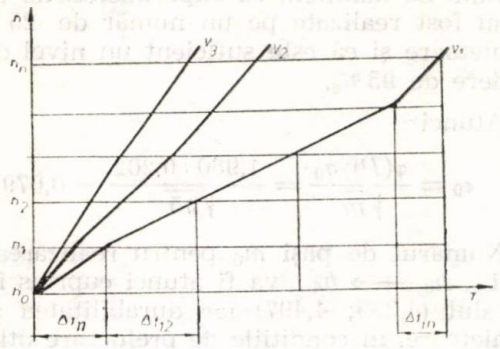


Fig. 3 Caracteristici de uzură la diferite viteze de așchiere. ($v_3 > v_2 > v_1$).

singură stare absorbantă h_n și cu n-1 stări de trecere. Forma canonică a matricei A a acestui lanț este :

$$\tilde{A} = \left[\begin{array}{c|c} E & O \\ \hline R & Q \end{array}\right] = \tag{7}$$

$$= \begin{array}{c} \\ (h_n) \\ (h_0) \\ (h_1) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ (h_{n-1}) \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} (h_n) & (h_0) & (h_1) & (h_{n-1}) \end{array} \\ \left[\begin{array}{c|ccc} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \hline p_{0n} & p_{00} & p_{01} \ldots . & p_{0,\,n-1} \\ p_{1n} & 0 & p_{11} \ldots . & p_{1,\,n-1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ p_{n-1;\,n} & 0 & 0 & p_{n-1;\,n-1} \end{array}\right] \end{array}$$

Matricea fundamentală a lanțului va fi atunci :

$$N = (E - Q)^{-1} \tag{8}$$

existența matricei N fiind asigurată de caracterul absorbant al lanțului Markov considerat.

Fie r, funcția care reprezintă numărul de pași în care uzura sculei se află într-o stare de trecere h_i ($i = 0, 1, \ldots, n$-1). Dacă scula se găsește în starea h_n, atunci $r = 0$. Din [4], [5] rezultă că media numărului de pași necesari pentru atingerea stării absorbante, va fi dată de matricea vector :

$$M(r) = N \cdot \zeta = (E - Q)^{-1} \cdot \zeta \tag{9}$$

unde ζ este un vector unitate. Componenta „i" a matricei — vector $M(r)$ reprezintă valoarea medie a numărului de pași necesari pentru ca scula aflată în starea de uzură h_i să ajungă în starea h_n.

Dispersia numărului de pași este dată de :

$$D(r) = (2N - E) \cdot \tau - \zeta_2, \tag{10}$$

unde :

$$\tau = (E - Q)^{-1} \cdot \zeta \tag{11}$$

iar τ_2 este o matrice vector ale cărei componente sînt egale cu pătratele componentelor lui τ. Componenta de rang „i" a matricei vector $D(r)$ reprezintă dispersia numărului de pași necesar parcurgerii $h_i \longrightarrow h_n$ și poate servi la estimarea adevăratei valori a numărului de pași cu ajutorul intervalelor de încredere.

Pentru interpretarea finală a rezultatelor, să notăm :

$m_i(r)$ — elementul de rang „i" a matricei vector $M(r)$;

$d_i(r)$ — elementul de rang „i" a matricei vector $D(r)$;

$\sigma_i(r) = \sqrt{d_i(r)}$ — abatere medie pătratică a numărului de pași necesari parcurgerii $h_i \longrightarrow h_n$;

$\mathcal{P}$ — nivelul de încredere acceptat pentru estimarea rezultatelor ;

μ_i — valoarea adevărată a numărului de pași necesari parcurgerii $h_i \longrightarrow h_n$.

Fie, de asemenea, ε_i intervalul de încredere determinat pentru un nivel $\mathcal{P}_i$ ales (de regulă $\mathcal{P}_i = 0{,}95 \ldots 0{,}99$) și pentru o abatere medie pătratică σ_i dedusă. Să admitem, pentru simplitate, că valorile $h_0, \ldots, h_n$ sînt astfel alese pe curba de uzură încît intervalele de timp corespunzătoare să fie egale, adică $t_j = t, (\forall)$ $j = 1, \ldots, n$. Atunci numărul de pași pentru trecerea sculei din starea h_i în starea h_n va fi cuprins în intervalul $|\mu_i - m_j| < \varepsilon_i$ cu un nivel de încredere $\mathcal{P}$. În particular, numărul de pași pentru trecerea din starea h_0 în starea h_n va fi cuprins în intervalul $|\mu_0 - m_0| < \varepsilon_0$ cu o siguranță $\mathcal{P}$, iar durabilitatea sculei va fi, în medie, dată de $m_0 \cdot t$, această ultimă afirmație fiind, de asemenea făcută cu nivel de încredere egal cu $\mathcal{P}$.

Un exemplu numeric va ilustra procedura de estimare a durabilității sculei prin această metodă :

Fie matricea stochastică dedusă experimental :

$$A = \begin{array}{c} \\ (h_0) \\ (h_1) \\ (h_2) \\ (h_3) \\ (h_4) \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} & & & & \end{array} \\ \left[\begin{array}{ccccc} 0{,}1 & 0{,}3 & 0{,}5 & 0{,}10 & 0 \\ 0 & 0{,}3 & 0{,}5 & 0{,}10 & 0{,}10 \\ 0 & 0 & 0{,}4 & 0{,}45 & 0{,}15 \\ 0 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0{,}5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right] \end{array} \tag{I}$$

Forma canonică va fi :

$$\tilde{A} = \begin{array}{c} \\ (h_4) \\ (h_0) \\ (h_1) \\ (h_2) \\ (h_3) \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} & & & & \end{array} \\ \left[\begin{array}{c|cccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0{,}1 & 0{,}3 & 0{,}5 & 0{,}10 \\ 0{,}10 & 0 & 0{,}3 & 0{,}5 & 0{,}10 \\ 0{,}15 & 0 & 0 & 0{,}4 & 0{,}45 \\ 0{,}50 & 0 & 0 & 0 & 0{,}5 \end{array}\right] \end{array} \tag{II}$$

deci :

$$E-Q=\begin{bmatrix} 0{,}9 & -0{,}3 & -0{,}5 & -0{,}10 \\ 0 & 0{,}7 & -0{,}5 & -0{,}10 \\ 0 & 0 & 0{,}6 & -0{,}45 \\ 0 & 0 & 0 & 0{,}5 \end{bmatrix} \quad \text{(III)}$$

iar matricea fundamentală :

$$N=(E-Q)^{-1}=\begin{bmatrix} 1{,}111 & 0{,}476 & 1{,}323 & 1{,}508 \\ 0 & 1{,}429 & 1{,}190 & 1{,}357 \\ 0 & 0 & 1{,}667 & 1{,}500 \\ 0 & 0 & 0 & 2{,}000 \end{bmatrix} \quad \text{(IV)}$$

Matricea vector a mediei numărului de paşi va fi :

$$M(r)=\begin{matrix} (h_0) \\ (h_1) \\ (h_2) \\ (h_3) \end{matrix}\begin{bmatrix} 1{,}111 & 0{,}476 & 1{,}323 & 1{,}508 \\ 0 & 1{,}429 & 1{,}190 & 1{,}357 \\ 0 & 0 & 1{,}667 & 1{,}500 \\ 0 & 0 & 0 & 2{,}000 \end{bmatrix} \cdot$$

$$\cdot\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}=\begin{matrix} (h_0) \\ (h_1) \\ (h_2) \\ (h_3) \end{matrix}\begin{bmatrix} 4{,}418 \\ 3{,}976 \\ 3{,}167 \\ 2{,}000 \end{bmatrix} \quad \text{V}$$

Deci, trecerea sculei din starea h_0 în starea h_4 necesită un număr mediu de paşi egal cu 4,418. Analog, în cazul trecerilor $h_i \longrightarrow h_4$ cu $i = 1, 2, 3$.

Matricea vector a dispersiei numărului mediu de paşi va fi :

$$D(r)=\begin{matrix} (h_0) \\ (h_1) \\ (h_2) \\ (h_3) \end{matrix}\begin{bmatrix} 0{,}041 \\ 0{,}045 \\ 0{,}034 \\ 0{,}020 \end{bmatrix} \quad \text{deci} \quad \sigma(r)=\begin{bmatrix} 0{,}202 \\ 0{,}213 \\ 0{,}183 \\ 0{,}141 \end{bmatrix} \quad \text{(VI)}$$

Să admitem că valorile $h_0, \ldots h_4$ au fost alese astfel încît pe curba reală de uzură să corespundă intervale egale de timp (fig. 1) $t = 10$ min. Să admitem că experimentările iniţiale au fost realizate pe un număr de 25 scule aşchietoare şi că este suficient un nivel de încredere de 95 %.

Atunci

$$\varepsilon_0=\frac{\varphi(P)\cdot\sigma_0}{\sqrt{m}}=\frac{1{,}960\cdot 0{,}202}{\sqrt{25}}=0{,}079$$

Numărul de paşi m_0 pentru realizarea trecerii $h_0 \longrightarrow h_4$ va fi atunci cuprins în intervalul (4,339; 4,497) iar durabilitatea sculei aşchietoare, în condiţiile de prelucrare utilizate la experimentarea iniţială, va fi cuprinsă, cu o siguranţă de 95 %, în intervalul (43 min 23 secunde ; 44 min 58 secunde). Se pot obţine, de asemenea, duratele medii ale trecerilor intermediare $h_i \longrightarrow h_4$, cu $i = 1, 2, 3$.

În concluzie, metoda aici prezentată, are avantajul unei estimări cît mai exacte a durabilităţii sculei, cu toate consecinţele favorabile ce decurg din aceasta. În plus, deoarece toată dezvoltarea calculelor este bazată pe date iniţiale experimentale, rezultă şi un coeficient ridicat de veridicitate a rezultatelor. Dezavantajul său constă în faptul că necesită experimentări iniţiale relativ minuţioase, fapt pentru care metoda este eficientă mai ales la pregătirea tehnologică a producţiei de serie şi de masă, pe linii automate, maşini-unelte agregat etc.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Arşinov, V., Alexeev, G.:* Rezaniie metallov i rejuşcii instrument, Maşinostroienie, Moskva, 1972.

[2] *Minciu, C., Dorin, Al.:* Fiabilitatea frezelor frontale cu cuţite demontabile, în „Construcţia de maşini, nr. 3, 1974.

[3] *Drujinin, G. V.:* Siguranţa în funcţionare a sistemelor, Ed. tehnică, Bucureşti, 1972.

[4] *Kai Lai Chung:* Markov chains with stationary transition probabilities, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1967.

[5] *Ventsel, H.:* Théorie des probabilités, Ed. Mir, Moscou, 1973.

[6] *Rusu, Şt.:* Prelucrări prin aşchiere şi control dimensional, curs, Institutul de construcţii Bucureşti, 1979.

CZ : 621.91.02

Contribuții privind tipizarea condițiilor, a modului de lucru și a evaluării rezultatelor la încercările de durabilitate a cuțitelor de strung

Ing. Theodor **GRIGORIU** — I.C.T.C.M. București

Generalități

În planul de standardizare al M.I.C.M. — I.R.S. a fost prevăzută elaborarea de către I.C.T.C.M. București a standardului de recomandare „Durabilitatea sculelor așchietoare. Metode de încercare a durabilității cuțitelor de strung", R STAS 12046/2-84, care are la bază standardul internațional ISO 3685-1977, date experimentale rezultate din cercetările efectuate în țară și publicații menționate în bibliografie.

Articolul de față își propune prezentarea necesității tipizării condițiilor de încercare, cu referiri la principalele prevederi care vor conduce la unificarea modului de experimentare și prelucrare a datelor obținute.

Tipizarea condițiilor de încercare urmărește unificarea elementelor ce caracterizează procesul de așchiere și se face pentru determinarea, în primul rînd, a durabilității cuțitelor de strung, dar și pentru determinarea legii de variație a altor parametri de încercare, dacă se urmărește studierea influenței și interacțiunii lor.

Condiții impuse piesei de prelucrat, sculei, lichidului de răcire și ungere ; regimuri de lucru, echipamente

Piesa de prelucrat

Diametrul minim al epruvetei trebuie să fie în jur de 100 mm, cu mențiunea că diametrul real inițial trebuie să figureze în procesul verbal al încercării.

Raportul dintre lungimea piesei și diametrul ei nu trebuie să fie superior raportului minim ce poate duce la trepidații. Încercarea va fi întreruptă la producerea trepidațiilor ; nu se recomandă un raport $l/d > 10$.

Încercările de așchiere realizate pe epruvete trebuie să utilizeze dispozitive de fixare folosite în mod normal, bine echilibrate și rigide. Se recomandă să se prevadă gaură de centrare, conform STAS 1631—82. După debitarea la lungime, recomandată în jur de 600 mm, duritatea Brinell a epruvetelor trebuie să fie la o valoare cuprinsă între 180 ... 220 HB.

Materiale

Oțel. În cadrul încercărilor pentru determinarea durabilității cuțitelor de strung, se folosesc oțeluri cu conținut mediu de carbon (OLC 45), obținute prin deformare plastică la cald, avînd compoziția chimică conform STAS 880—80.

Fontă. Fonta utilizată ca material de referință va trebui să fie conform STAS 568—75 (Fc 250), cu o duritate cuprinsă între 200 ... 220 HB.

Alte materiale. În cazul cînd materialul epruvetei nu face parte din materialele de referință prezentate mai înainte, trebuie indicat în procesul verbal al încercării :

— calitatea după STAS ;
— compoziția chimică ;
— proprietăți fizico-mecanice ;
— microstructură ;
— alte detalii de elaborare (laminare la cald, forjare, turnare, tragere la rece) sau tratamentele termice aplicate.

Scula

Materialul sculei așchietoare va fi oțel rapid Rp 3 (Rp 5), conform STAS 7382—80, avînd durități cuprinse între 63 ... 66 HRC. Se recomandă utilizarea carburilor metalice provenind din fabricația centralizată și aparținînd grupelor de utilizare P 10, sau P 30 pentru oțel, K 10 sau K 20 pentru fontă. La folosirea materialelor ceramice și a altor materiale, se va avea în vedere înscrierea compozițiilor chimice, a proprietăților fizico-mecanice, durității și microstructurii.

Condiții standard ale sculei. În încercarea de stabilire a durabilității se utilizează cuțitul drept pentru degroșat, STAS 6374—80. Secțiunea transversală a cozii trebuie să fie 25 x 25, pentru cuțitele cu parte așchietoare din carburi metalice, și de 25 x 16 pentru scule monobloc din oțel rapid.

Distanța dintre vîrful sculei și port-sculă trebuie să fie de 25 mm.

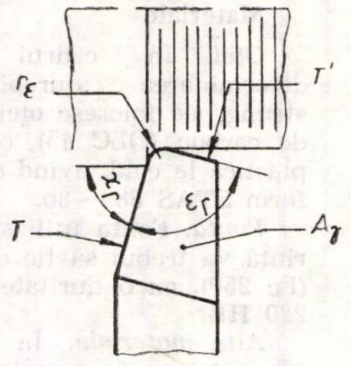
Plăcuțele din carburi metalice trebuie să aibă latura de 12,7 mm și grosimea 4,76 mm, pentru plăcuțele cu unghi de degajare negativ, și de 3,18 pentru plăcuțele cu unghi de degajare pozitiv.

Rugozitatea R_a a feţelor de degajare şi de aşezare nu trebuie să depăşească 0,25 μm, măsurată în conformitate cu STAS 5730/1—75.

Toleranţa de planeitate a feţei de sprijin a plăcuţelor nu trebuie să fie mai mare de 0,004 mm.

Nu se admit bavuri sau zgîrieturi.

La sculele din oţel rapid se execută operaţii de ascuţire şi reascuţire. În timpul reascuţirii sculei, trebuie să se preleveze un strat de minimum 2 mm de la limita uzurii, geometria rămînînd cea iniţială.



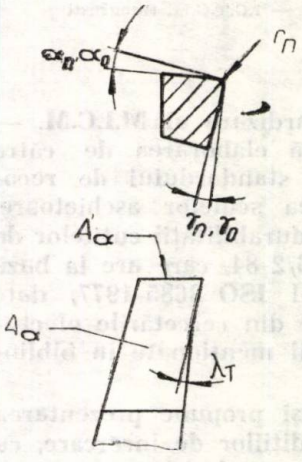


Fig. 1 Unghiurile părţii aşchietoare a sculei

Geometria părţii aşchietoare este definitivă, conform STAS 6599/1—81 ; în figura 1 sînt indicate unghiurile ce definesc orientarea tăişurilor feţelor de aşezare şi de degajare.

Unghiurile sculei pentru diferite materiale ale părţii aşchietoare

Tabelul 1

Materialul părţii aşchietoare a cuţitului	Unghiul de degajare γ_n	Unghiul de aşezare α_n	Unghiul de înclinare a tăişului λ_r	Unghiul de atac al tăişului $\varkappa_r$	Unghiul de vîrf al tăişului ε_r
Oţel rapid	25	8	0	75	90
Carburi metalice	6	5	0	75	90
Sinterizate	—6	6	—6	75	90
Material ceramic	—6	6	—6	75	90

În tabelul 1 se fac recomandări ale diferitelor unghiuri aparţinînd părţii aşchietoare, în raport cu materialul sculei.

Pentru cuţitele de strung cu plăcuţe din carburi metalice, se recomandă ca vîrful sculei să fie caracterizat de următoarele valori :

la : $r_\varepsilon = 0{,}4$ mm $\rightarrow r_n = 0{,}02 \ldots 0{,}03$ mm ;

la : $r_\varepsilon = 0{,}4$ mm $\rightarrow r_n = 0{,}03 \ldots 0{,}05$ mm.

În cazul încercărilor de aşchiere ce se efectuează cu cuţite de strung cu plăcuţe din carburi metalice, ori mineralo-ceramice, se recomandă utilizarea cuţitelor cu plăcuţa fixată mecanic.

Lichidul de răcire şi ungere

Sculele din oţel rapid trebuie să fie utilizate fără răcire, cînd se urmăreşte drept criteriu de durabilitate o uzură avansată a sculei.

Dacă uzura prin desprindere este criteriul de durabilitate a sculei, încercarea trebuie să se facă utilizînd ca lichid de ungere şi răcire emulsia de 5 % (în masă) ulei emulsionabil PE 1, tip A STAS 2598/1—79, în apă.

Dacă materialul piesei de prelucrat este de tipul oţelurilor înalt aliate, refractare, rezistente la coroziune, se poate utiliza în încercare ca lichid de ungere şi răcire emulsia de 5 % (în masă) ulei emulsionabil, PE 5 EP, STAS 11313—79, în apă, menţionînd aceasta în procesul verbal al încercării.

Condiţii de aşchiere.

Condiţii standard de aşchiere. Pentru toate încercările de aşchiere în care avansul s, adîncimea de aşchiere t, sau raza vîrfului r nu constituie variabile principale ale încercării, condiţiile de aşchiere trebuie să corespundă uneia, sau mai multor combinaţii enumerate în tabelul 2.

Toleranţa la avans trebuie să fie de $+3\%$ $\ldots -2\%$.

Toleranţa adîncimii de aşchiere se admite $\pm 5\%$.

Viteza de aşchiere. Pentru fiecare condiţie de aşchiere se vor alege minimum 4 viteze de aşchiere diferite.

În general, vitezele de aşchiere vor fi astfel alese încît durabilitatea sculei, la viteza cea mai mare, să nu fie mai mică de 5 minute.

Pentru prelucrarea materialelor deficitare (scumpe), durabilitatea sculei încercate se poate reduce, nu însă sub o valoare de 2 minute.

Echipamente. *Mașini-unelte.* Strungul pe care se efectuează încercarea trebuie să aibă o construcție rigidă, să nu permită vibrații sau o săgeată anormală în timpul încercării. Se re-

Condiții de așchiere

Tabelul 2

Condiții de așchiere	Varianta			
	A	B	C	D
Avans, s, [mm/rot.]	0,1	0,25	0,4	0,63
Adîncimea de așchiere, t, [mm]	1,0	2,5	2,5	2,5
Raza vîrfului r_ε, [mm]	0,4	0,8	0,8	1,2

comandă ca turația axului principal al mașinii-unelte utilizate pentru încercări să fie reglabilă, continuu.

— proiector de profil pentru verificarea vîrfurilor sculei ;
— cronometru pentru înregistrarea timpului de așchiere efectiv ;
— microscop universal sau de atelier, echipat pentru controlul sculelor și măsurarea uzurii feței de așezare ;
— comparator cu cadran, prevăzut cu o tijă de palpare avînd la vîrf un diametru de circa 0,2 mm pentru măsurarea adîncimii de crater ;
— dispozitiv înregistrator al profilului craterului la măsurarea adîncimii de crater;
— aparat pentru încercarea durității pentru măsurarea durității piesei și sculei ;
— aparat portativ pentru măsurarea rugozității piesei (R_a/μm), direct pe mașina-unealtă ;
— turometru ;
— echipament pentru măsurarea debitului, lichidului de așchiere și concentrația acestuia.

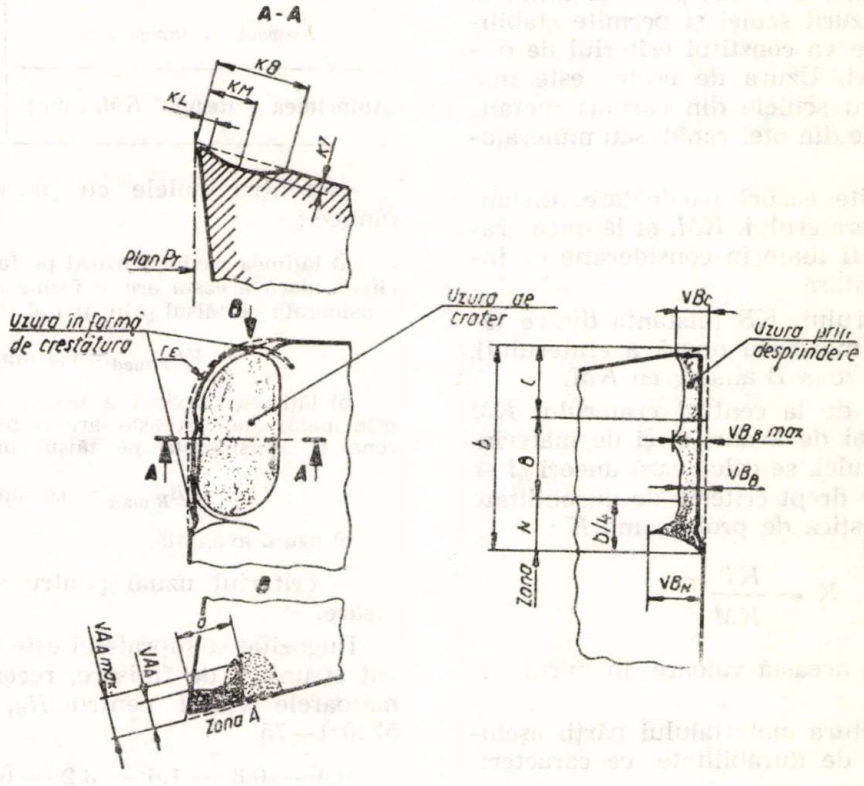


Fig. 2 Tipuri de uzură la cuțitul de strung

Dotarea mașinii-unelte cu viteză variabilă permite, suplimentar, predeterminarea precisă a vitezelor de așchiere și reduce timpul necesar pentru obținerea unei curbe complete privind durabilitatea sculei.

Alte echipamente :

— aparat pentru măsurarea cu precizie a geometriei sculei ;

Criterii de evaluare a durabilității și măsurarea uzurii sculei, prezentarea principalelor forme de uzuri.

Criteriile de durabilități luate în considerație sînt caracterizate de uzura cuțitului de strung supus încercării.

Forma uzurilor, reprezentarea grafică a acestora și simbolurile folosite sînt în conformitate

cu STAS 12046/1—81 : „Durabilitatea sculelor aşchietoare. Uzură".

Principalele forme de uzură ce apar la aşchierea cu cuţit de strung sînt prezentate în figura 2.

Uzura feţei principale de aşezare. Este tipul de uzură cel mai bine cunoscut. În majoritatea cazurilor, lăţimea uzurii prin desprindere este sensibil uniformă de-a lungul tăişului principal şi este relativ uşor de măsurat.

Lăţimea uzurii pe faţa de aşezare VB_B este un criteriu potrivit pentru aprecierea uzurii sculei şi, din această cauză, frecvent utilizat la încercările de aşchiere. Din motive de comparabilitate, este stabilită o valoare $VB_B = 0{,}3$ mm, ca valoare medie pentru criteriul respectiv.

În cazuri speciale, unde uzura în formă de crestătură este predominantă faţă de alte forme de uzură, va putea fi utilizată în criteriile respective cu o valoare stabilită de circa $VB_N = 1{,}0$ mm.

Uzura pe faţa de degajare. Uzura sub formă de crater este forma cea mai caracteristică pentru uzura feţei de degajare.

Adîncimea craterului, *KT*, poate fi utilizată ca o măsură a uzurii sculei şi permite stabilirea unei valori ce va constitui criteriul de durabilitate a sculei. Uzura de crater este mai importantă pentru sculele din carburi metalice, decît la sculele din oţel rapid, sau mineraloceramice.

Pentru anumite cazuri particulare, distanţa de la centrul craterului, *KM*, şi lăţimea craterului, *KB*, pot fi luate în consideraţie ca informaţii suplimentare.

Lăţimea craterului, *KB* (distanţa dintre tăişul principal şi marginea opusă a craterului), este măsurată în zona B analog cu *KM*.

Cum distanţa de la centrul craterului *KM* nu depinde numai de avans, ci şi de materialul piesei şi al sculei, se calculează uneori şi se ia în consideraţie drept criteriu de durabilitate a sculei caracteristica de profunzime *K* :

$$K = \frac{KT}{KM}$$

Se recomandă această valoare în jurul cifrei 0,1.

Funcţie de natura materialului părţii aşchietoare, criteriile de durabilitate ce caracterizează uzura sînt :

— pentru cuţitele din oţel rapid :

a) uzură avansată ;

b) lăţimea medie a uzurii pe faţa de aşezare principală, în cazul cînd aceasta are o formă regulată în zona B, considerată pe tăişul principal al sculei :

$$VB_{B\,med} = 0{,}3 \text{ mm} ;$$

c) lăţimea maximă a uzurii pe faţa de aşezare principală, în cazul cînd aceasta are o formă neregulată în zona B, considerată pe tăişul principal al sculei :

$$VB_{B\,max} = 0{,}6 \text{ mm}$$

— pentru cuţitele prevăzute cu plăcuţe din carburi metalice :

a) lăţimea medie a uzurii pe faţa de aşezare principală, în cazul cînd aceasta are o formă regulată în zona B, considerată pe tăişul principal al sculei :

$$VB_{B\,med} = 0{,}3 \text{ mm} ;$$

b) lăţimea maximă a uzurii pe faţa de aşezare principală, în cazul cînd aceasta are o formă neregulată în zona B, considerată pe tăişul principal al sculei :

$$VB_{B\,max} = 0{,}6 \text{ mm} ;$$

c) adîncimea craterului, *KT*, dată de relaţia :

$$KT = 0{,}06 + 0{,}3\ s$$

unde s reprezintă avansul tehnologic în mm/rot avînd valorile din tabelul 3 ;

Uzura de crater funcţie de avans

Tabelul 3

Avansul, *s*, [mm/rot]	0,25	0,4	0,63
Adîncimea craterului *KM*, [mm]	0,14	0,18	0,25

— pentru sculele cu plăcuţe mineralo-ceramice :

a) lăţimea medie a uzurii pe faţa de aşezare principală, dacă aceasta are o formă regulată în zona B, considerată pe tăişul principal al sculei :

$$VB_{B\,med} = 0{,}3 \text{ mm} ;$$

b) lăţimea maximă a uzurii pe faţa de aşezare principală, dacă aceasta are o formă neregulată în zona B, considerată pe tăişul principal al sculei :

$$VB_{B\,max} = 0{,}6 \text{ mm} ;$$

c) uzură avansată.

— criteriul uzual pentru strunjirea de finisare.

Rugozitatea suprafeţei este un criteriu adecvat strunjirii de finisare, recomandîndu-se următoarele valori pentru R_a, conform STAS 5730/1—75 :

0,4 — 0,8 — 1,6 — 3,2 — 6,3 — 12,5 μm.

Măsurarea uzurii sculei. Pentru măsurarea uzurii, tăişul principal este divizat pe zone (vezi STAS 12046/1-81), iar lăţimea uzurii este considerată după cum s-a mai arătat, în zona B.

Lăţimea uzurii pe faţa de aşezare, VB_B, trebuie să fie măsurată în planul muchiei de aşchiere P_T, perpendicular pe planul muchiei de aşchiere considerat.

Lățimea uzurii trebuie măsurată plecînd de la muchia de așchiere principală, inițială.

Adîncimea craterului, KT, trebuie măsurată ca distanță maximă între fundul craterului și fața de degajare inițială, în aceeași zonă B.

Înregistrarea și prezentarea rezultatelor. Întocmirea fișelor tehnice de măsurări. Diagrame.

Datele încercării se înscriu în anexa 1, în conformitate cu cele prezentate la capitolul 2.

FIȘA TEHNICĂ

Unitatea	CONDIȚII TEHNICE													Nr. de ordine: Nr. de comandă:	
Data:	Beneficiar:									Efectuat de:					
SCOPUL ÎNCERCĂRII:															
MATERIALUL DE ÎNCERCAT															
Denumirea	Furnizor					Țara								Șarja nr.	
Analiza	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	V				Al	%
Norma														O	%
Șarja														N	%
Epruveta														H_2	%
Analiza zgurii și incluziuni	SiO_2		Al_2O_3		FeO		MnO		Incluziuni (tip; dimensiuni etc.)						
	CaO		MgO		TiO_2		Cr_2O_3								
Tratamentul lingoului (mărime, laminare, etc.)															
Tratamentul termic															
Proprietăți mecanice	R_e 0,2 ... N/mm²				Duritate Brinell				Date suplimentare						
	R_eH ... N/mm²				Diametrul bilei ... mm										
	R_eL ... N/mm²				Șarja ...										
SCULE															
Furnizor	Țara													Material sculă	
Carburi metalice și minerale - ceramice	Plăcuța (denumire)								Grupa de utilizare						
	Port-plăcuță														
Oțel rapid	Compoziție													Duritate	
	Tratament termic													Denumirea sculei	
	Metoda de ascuțire														
Geometria sculei	γ_n =		κ_n =		λ_τ =		χ_r =		ε_r =		r_ε =				
STRUNG															
Furnizor	Tip						Nr.							Anul de fabricație	
Puterea nominală ... kW	Înălțimea pînă la axa vîrfurilor ... mm						Distanța maximă între vîrfuri ... mm							Condiții ale mașinii Nr.	
Montajul la prelucrare							Viteză variabilă							da ☐ nu ☐	
Diverse															
DISPOZITIV DE FIXARE															
Dispozitiv de fixare utilizat	Mandrină ☐ Mandrină de centrare ☐ între centre ☐						Alt dispozitiv (descriere)								
LICHID DE AȘCHIERE															
Lichid de așchiere utilizat ☐ ☐	Tip		Denumire sau analiză				Presiune		Temperatură		Debit ... l/min				
Diverse	concentrație														

ANEXA 1/1 fișe de încercări, condiții generale.

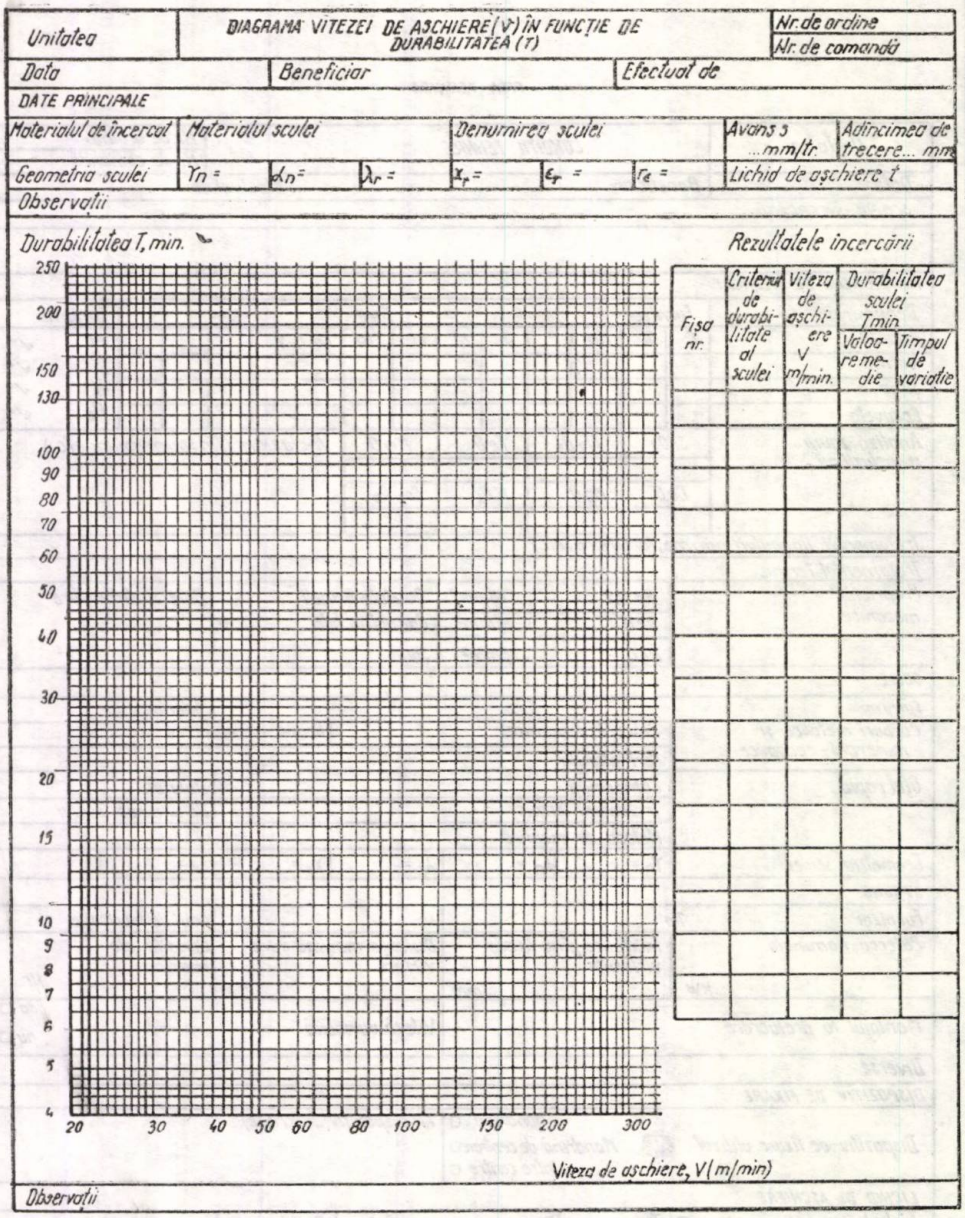
Fișa astfel întocmită constituie un material care poate fi luat în considerație, de către diferiți experimentatori care efectuează încercări de durabilitate. În continuare, anexa 1 permite înscrierea curbei v—T raportată la criteriul de durabilitate stabilit pentru încercare și diagrama uzurii funcție de timp. Modul de prezentare a datelor încercării este unitar, avînd la bază simboluri și terminologie standardizate.

Referitor la figura 3, care cuprinde formele de așchii întîlnite în practica așchierii, notarea tipurilor de așchii se va face în felul următor :

— cu cifre romane se va nota tipul de așchii ;

— cu litere mari forma și lungimea așchiei;

— cu cifre arabe caracterizarea după direcția de îndepărtare (primele 4 cifre pentru direcțiile din planul ce conține axa mișcării principale, următoarele 4 cifre pentru direcții-



ANEXA 1/2 fișe de încercări, funcție v — T.

În figura 3 se prezintă diferite tipuri de așchii rezultate în încercările de durabilitate, forma, simbolul și terminologia acestora fiind tipizată pentru a permite înscrierea în fișele de încercări experimental real.

le dintr-un plan perpendicular pe axa mișcării principale).

Tot în figura 3 a, b sînt prezentate direcțiile așchiilor, în raport cu direcțiile de așchiere și direcțiile așchiilor, astfel :

1 — spre exteriorul piesei de prelucrat și în direcția mișcării de avans ;

3 — spre piesa de prelucrat și în sens opus mișcării de avans ;

ANEXA 1/3

Unitatea	MĂSURAREA UZURII VB_B, KT IN FUNCȚIE DE TIMP t	Nr. de ordine Nr. de comandă
Data	Beneficiar	Efectuat de

BARE DE ÎNCERCARE, SCULE ȘI CONDIȚII DE AȘCHIERE

Plăcuță sau sculă nr.	Tăișul nr.	Diametrul brut ..mm	Diametrul înainte de prelucrare ..mm	Lungimea piesei de prelucrat ..mm	Suprafața generată mm	Sfărîmător de așchii Înălțimea	Distanța
Avans s ..mm/tr.		Adîncimea de trecere (t) ..mm		Viteza de așchiere V ..m/min.			
Diverse							

REZULTATUL INCERCĂRII

Măsurători Nr.	Timp t min.	Diametre D mm.	Uzurii prin de desprindere VB_B mm.	VB_B max zone	VB_B max mm.	1)	Crater KT mm.	1)	Forma așchiei	Observații
0										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										

Criteriul de durabilitate a sculei	1) Dacă se aplică o altă măsurătoare a uzurii	Forma așchiei este afectată de sfărîmătorul de așchii da ☐ nu ☐

VB_B, KT, mm

Scările celor două axe vor trebui să fie adaptate valorilor obținute

timp, t, min.

ANEXA 1/3 fișe de încercări, funcție uzură-timp.

2 — spre piesa de prelucrat și în direcția mișcării de avans ;

4 — spre interiorul piesei de prelucrat și în sens opus mișcării de avans ;

Tip / Formă	I Aschie tip bandă *	II Aschie tubulară *	III Aschie în spirala	IV Aschie elicoidală în rondele *	V Aschie elicoidală conică *	VI Aschii tip arc **	VII Aschii elementare	VIII Aschii tip ace
A lungă	IA	IIA	III Plana	IV A	V A	VI A Legate		
B scurtă	IB	IIB	III B Conica	IV B	V B	VI B Destăcute		
C dezordonată	IC	IIC		IVC	V C			

* În conformitate cu fig. 3b

** În conformitate cu fig. 3a

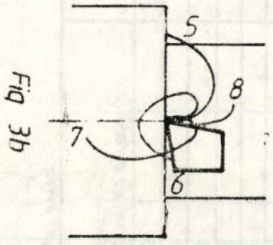


Fig. 3b

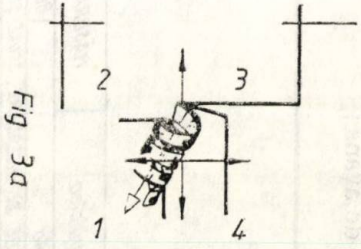


Fig. 3a

Fig. 3 Forme și tipuri de așchii

Fig. 3a: Direcția așchiilor în raport cu direcțiile de așchiere.

Fig. 3b: Direcția așchiilor în raport cu suprafața sculei și a piesei.

5 — sfărîmate, în sens opus feței de degajare principală ;

6 — sfărîmate, în sens opus feței de așezare;

7 — sfărîmate, în sens opus suprafeței piesei .

8 — sfărîmate, în sens opus suprafeței generate.

Evaluarea rezultatelor încercării la durabilitate a cuțitelor de strung. Metode. În standardul de recomandare 12046/2—84, se expune pe larg modul de evaluare al acestor rezultate.

Pentru estimarea vizuală, calitativă, se va utiliza un grafic cu scări logaritmice (avînd același modul pe cele două axe), în ordonată fiind durabilitatea sculei, T, ca variabilă dependentă și în abscisă viteza de așchiere, v, ca variabilă independentă.

Se exclud de pe diagramă observațiile evident eronate; erorile frecvente apar cînd se face media rezultatelor la o viteză dată.

Cea mai valabilă dreaptă va fi cea obținută trasînd diagrama log. T funcție de log. v teoretic, dreapta ar trebui să fie trasată în așa fel, ca suma patratelor distanțelor verticale între dreaptă și punctele reale să fie minimă, estimarea fiind realizată vizual;

$$\text{unde } k = \frac{\log T_2 - \log T_1}{\log v_2 - \log v_1}, \text{ iar } v.T^{-1/k} = C$$

Constanta C poate fi citită direct din diagramă, ca fiind viteza de așchiere pentru durabilitatea sculei, limitată la 1 minut.

Evaluarea prin calcul se face prin metoda analizei regresiei liniare. Analiza dreptei de regresie liniară este o metodă statistică ; ea contribuie la ajustarea celei mai valabile drepte dintr-un ansamblu dat de rezultate, în locul evaluării vizuale descrise anterior.

Din punct de vedere statistic, urmează examinarea statistică a valabilității ajustării curbei v—T.

Dispersia rezultatelor se deduce din calculul variației reziduale, valabilitatea metodei urmînd a fi apreciată prin determinarea nivelului de încredere al încercării, care ulterior se compară cu un nivel de încredere stabilit în tabelul lui FISHER. Dacă raportul sumei celor mai mici patrate, datorită variației explicate prin regresie și variației reziduale, nu este superior valorii lui F din tabelul lui FISHER, observațiile trebuie considerate ca rezultate întîmplătoare.

Efectuarea încercărilor de durabilitate în condițiile expuse mai sus permite aprofundarea variației și a interdependenței factorilor ce concură la prelucrare, conducînd în final la realizarea unor scule așchietoare de calitate, la optimizarea condițiilor de lucru, la reducerea consumurilor specifice, la îmbunătățirea calității suprafețelor prelucrate.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Duca, Z.:* Bazele teoretice ale prelucrărilor pe mașini-unelte. Edit. didactică și pedagogică, București, 1969.

[2] *Picoș, C. ș.a.:* Prelucrabilitatea prin așchiere a aliajelor feroase, Edit. Tehnică, București, 1981.

[3] *Teodorescu, M.:* Necesitatea și oportunitatea precizării unor criterii de prelucrabilitate a metalelor, în vederea standardizării lor. Standardizarea română, România, Nr. 12, 1971.

[4] x x x: Încercări de durabilitate a cuțitelor de strung. Norme internaționale ISO 3685 — 1977.

[5] *Grigoriu, Th., Constantinescu, Alexandrina:* Tipizarea condițiilor de încercare la durabilitate a cuțitelor de strung. Standardizarea română, România, Nr. 1, 1984.

CZ : 621.756:681

Particularități constructive ale seturilor de elemente modulate folosite pentru asamblarea dispozitivelor de prelucrare prin așchiere pe mașini-unelte

Conf. dr. ing. Aurel **BRĂGARU**, ing. Victor **PĂNUȘ**, ing. Alexandru **ARMEANU**, ing. Lucian **DULGHERU** — Institutul politehnic București

Generalități

Relația comandă socială — realizare tehnică, adică produse de o tot mai mare diversitate, produse numeroase de același fel, sub acțiunea tot mai evidentă a uzurii morale, a necesității folosirii cît mai rațională a resurselor materiale, energetice, umane, a evoluat către satisfacerea într-o măsură tot mai mare a necesităților materiale și spirituale ale societății. Această evoluție, supusă permanent criteriului de eficiență, s-a manifestat și con-

tinuă să se manifeste în construcția de mașini spre flexibilitatea constructivă a produselor, spre flexibilitatea tehnologică a elaborării tehnologiilor, spre flexibilitatea echipamentelor tehnologice specifice execuției și spre flexibilitatea proceselor de producție.

Acestor forme de manifestare a relației comandă socială — realizare tehnică, pentru a întregi viziunea generală privind condițiile apariției caracteristicilor dispozitivelor modulate, este necesar a li se alătura cerințele de bază în realizarea produselor : calitate ridicată și preț de cost scăzut.

Condițiilor generale de apariție a noilor tendințe în domeniile menționate anterior li se adaugă condiții specifice fiecărui domeniu în parte. În calitate de condiții specifice ale apariției noilor echipamente tehnologice se pot enumera : necesitatea trecerii de la echipamente tehnologice unicat la familii de echipamente ce au o funcție comună, necesitatea urmăririi, ca obiectiv, a structurii însăși a echipamentului, necesitatea concepției metodelor prin care configurația echipamentelor să poată fi mai bine adaptată cerințelor funcționale, în condițiile unei diversități cît mai reduse a elementelor structurale componente, menținerea cotei costului echipamentelor în costul total al produsului la un nivel cît mai scăzut, ridicarea nivelului tehnic al fabricației prin dotarea proceselor de fabricație cu un număr mai mare de echipamente specifice, micșorarea timpului de echipare a proceselor tehnologice, menținerea pe perioade relativ scurte a configurației echipamentului tehnologic specific unei anumite operații.

Una din realizările tehnice materiale, ca urmare a condițiilor generale și specifice apărute în dezvoltarea sistemului tehnic din domeniul dispozitivelor, este constituită de seturile de elemente modulate.

Seturile de elemente modulate pentru dispozitive de prelucrare prin așchiere sînt sisteme menite ca prin combinatorica elementelor lor să particularizeze, în anumite condiții tehnice, economice și organizatorice, în sistemul mai general al echipamentelor, elementul dispozitiv și legăturile sale.

Particularități constructive ale seturilor de elemente modulate pentru dispozitive de prelucrare pe mașini-unelte prin așchiere

Privind setul de elemente ca un tot unitar, se pot evidenția particularități constructive generale și particularități constructive specifice stadiilor de existență a setului.

Ca particularități generale, constructive, ale setului de elemente se pot enumera : specificitatea, mărimea, durata de exploatare minimă, timpul, greutatea, dimensiunile de bază, componența setului.

Din punct de vedere al specificității, seturile se împart în seturi de bază, menite a rezolva în general problema dispozitivelor de orientare și fixare, pentru prelucrarea prin așchiere a semifabricatelor și seturi specifice, derivate din seturile de bază, menite a rezolva (în marea majoritate a cazurilor) problema dispozitivelor specifice unei întreprinderi, specifice unor anumite operații (seturi de strunjire, seturi pentru frezare, găurire etc.), sau specifice unor anumite tipuri de mașini-unelte (seturi pentru mașini-unelte universale, seturi pentru mașini-unelte cu comandă numerică etc.).

Mărimea setului este funcție de numărul elementelor din set și proporțiile în care se află grupele de module și se exprimă, de obicei, nu prin numărul de elemente, ci prin numărul maxim de dispozitive modulate de complexitate medie ce se pot realiza simultan pînă la epuizarea grupei modulelor de structură. Setul de bază fabricat în România are trei variante de mărime redusă (pentru 6 dispozitive), medie (pentru 20 de dispozitive) și normală (pentru 50 de dispozitive montabile simultan).

Informativ, celor trei variante de mărime le corespund 2.250 module, 6.300 module și respectiv 15.200 module.

Este de menționat că, odată cu scăderea numărului de dispozitive ce se pot asambla simultan, scade și complexitatea lor, explicația constînd în aceea că reducerea numărului de module componente ale setului se face atît prin reducerea numerică a componenței grupelor pe tipodimensiuni, cît și a numărului grupelor de tipodimensiuni.

Proiectantul (C.C.P. — DISROM) împreună cu executantul (F.D.S.M. — Băicoi) garantează prin norma tehnică a produsului o durabilitate în exploatare de circa 5 ani. Este de subliniat că perioada amintită este minimă, seturile folosite în străinătate și similare din punct de vedere caracteristici materiale, tratament termic, precizie, protecție la coroziune (deși folosite intens în baze uzinale sau centralizate) mai fiind în exploatare, conform literaturii de specialitate, și după 20 de ani. Neconcordanța dintre cele două perioade este generată de lipsa unui criteriu ferm în stabilirea momentului casării seturilor de elemente modulate pentru dispozitive.

Tipul setului este o caracteristică ce diferențiază setul principal (de bază), de seturile de completare (set de acționări hidraulice, pneumatice, set de dispozitive de bază : mese divizoare, mese cu deplasare în coordonate rectangulare etc). Seturile principale sînt, de obicei, întîlnite în bazele uzinale, iar asocierile de mai multe seturi principale cu seturi de completare sînt caracteristice bazelor de închiriere centralizată.

Greutatea setului variază funcție de mărimea sa, de tipul și specificitatea setului, de dimensiunea sa de bază etc. Setul normal produs în țară este în greutate de aproximativ 5.500 kg.

Dimensiunile de bază ale unui set sînt: distanța între canalele *T* și lățimea canalului. Valorile adoptate pentru aceste caracteristici

Tabelul 1

Distanța între canale [mm]	Lățimea canalului [mm]	Diametrul găurilor de trecere [mm]	Șuruburile de asamblare [mm]
45	8	8,4/8,5	M 8 și M 12 x 1,5
48	10	9	M 8
60	12	13	M 8, M 12 x 1,5 și M 16
64	14	13	M 12, M 8, M 6
60	16	17	M 12 x 1,5 și M 16
96	18	17	M 16

la principalele seturi din lume sînt date în tabelul 1, valorile corespunzătoare chenarului îngroșat fiind valorile corespunzătoare setului produs în țară.

Seturile principale, deși diferite după particularitățile de mai sus, se aseamănă prin aceeași componență de grupe de module: plăci

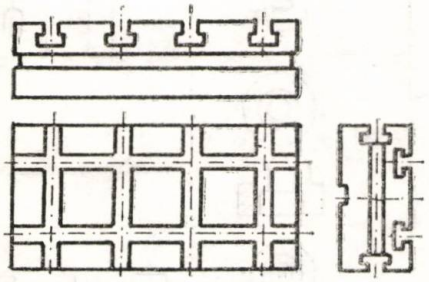


Fig. 1

de bază (fig. 1), vincluri (fig. 2), corpuri (fig. 3), module de orientare (fig. 4), module de fixare (fig. 5), suporți de găurire și bucșe de găurire (fig. 6), elemente de asamblare (fig. 7), elemente de legătură la mașina-unealtă (fig. 8), alte elemente auxiliare (fig. 9).

Particularitățile constructive specifice stadiilor de existență ale seturilor (fig. 10), stadiul de proiectare, stadiul de execuție, stadiul de omologare, stadiul de depozitare și stadiul de casare vor fi tratate, în continuare, separat.

Dispozitivele modulate sînt rezultatul aplicării concepției modulare la dispozitive. Pentru a putea aplica eficient concepția modula-

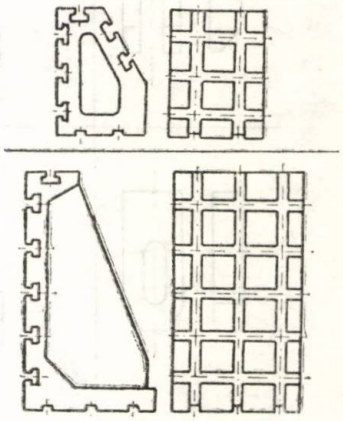


Fig. 2

ră este necesar un sistem de module. În proiectare, particularitățile constructive ce se urmăresc a se conferi setului de elemente mo-

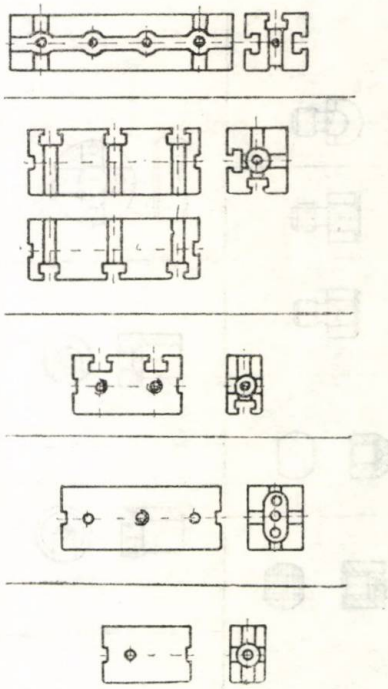


Fig. 3

dulate sînt satisfacerea unei mari varietăți de cerințe, cu o varietate minimă de module, introducerea în sistem a unui număr cît mai mare de soluții tehnice cunoscute și verificate în practică, afectate de modificări care să asigure integrarea în sistem (mai rar modificări

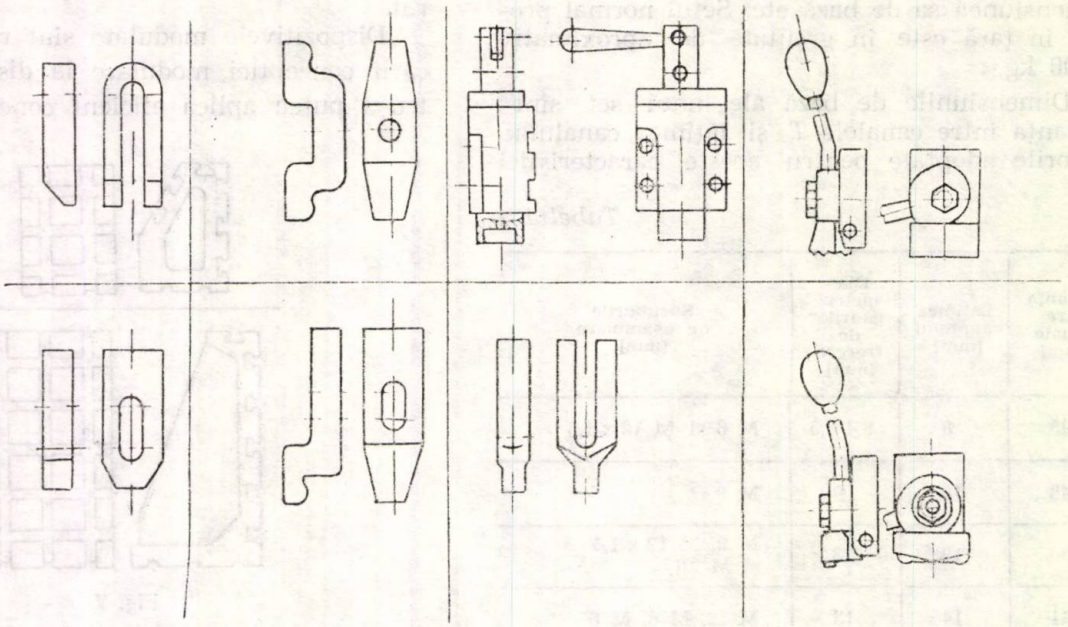


Fig. 5

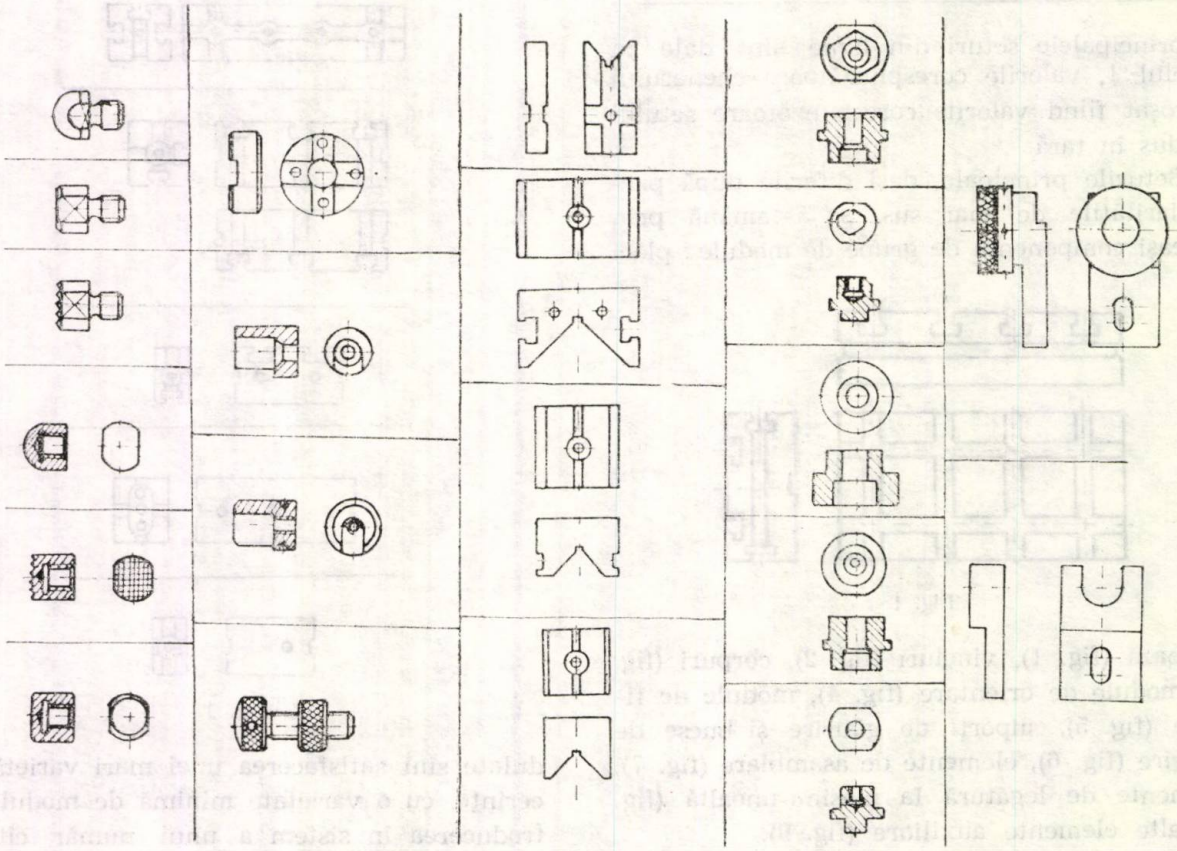


Fig. 4

de formă și frecvent îmbunătățiri de material și precizii), asigurarea legăturilor setului cu mediul (alte seturi, echipamente tehnologice, factorul uman), asigurarea unei structuri in-

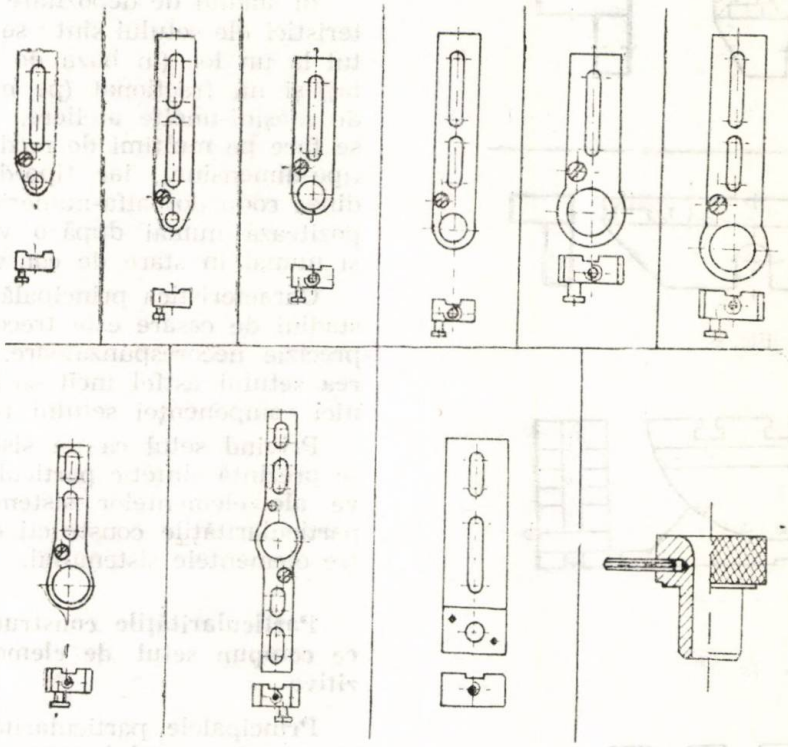


Fig. 6

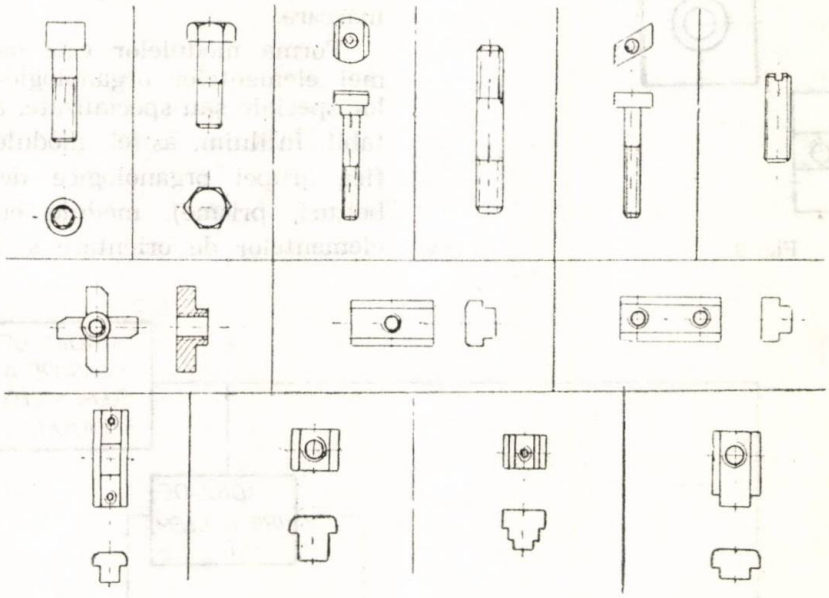


Fig. 7

terne optime a setului (proporțiile între grupele de module). Aceste particularități sînt de natură a conferi concepției sistemelor de module un caracter de investiție anticipativă de

muncă, caracter prezent în continuare și în stadiul de execuție set.

Din punct de vedere al execuției, principalele caracteristici ale setului sînt: execuție centralizată (în uzine specializate), completarea setului cu module noi sau de înlocuire (maxim 10 % anual), execuția pe linii de fabricație corespunzătoare familiilor de module, execuție în sistemul interschimbabilității totale.

Din punct de vedere al omologării, caracteristicile sînt : se verifică unii parametri ai setului (numărul de dispozitive ce se pot monta simultan, precizia unor ansamble tipice, rigiditatea unor ansamble tipice) la omologarea prototipului, se verifică tehnologia de fabricație și dotarea cu SDV-uri a fabricației modulelor (la omologarea seriei O).

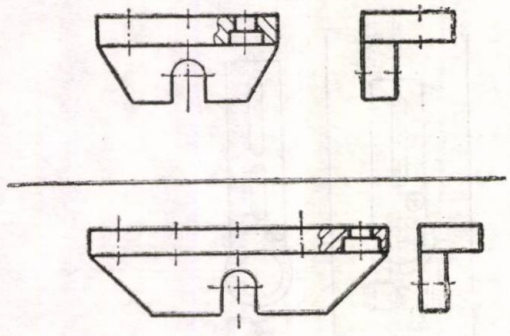


Fig. 8

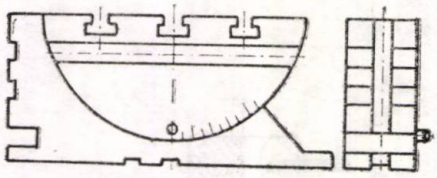


Fig. 9

În stadiul de depozitare, principalele caracteristici ale setului sînt : se depozitează tot setul la un loc (în baza de optimizare și montaj) și nu fracționat (pe mașini-unelte, grupe de mașini-unelte ateliere, secții), depozitarea se face pe mulțimi de module ce aparțin unei tipo-dimensiuni, iar tipo-dimensiunile în ordinea codurilor alfa-numerice, modulele se depozitează numai după o verificare prealabilă și numai în stare de conservare.

Caracteristica principală care duce setul în stadiul de casare este trecerea într-o clasă de precizie necorespunzătoare, sau descompletarea setului astfel încît să nu mai corespundă nici componenței setului redus.

Privind setul ca un sistem, în continuare, se prezintă sintetic particularitățile constructive ale elementelor sistemului (modulele) și particularitățile constructive ale legăturii dintre elementele sistemului.

Particularitățile constructive ale modulelor ce compun setul de elemente pentru dispozitive

Principalele particularități constructive ale elementelor setului pentru dispozitive modulate sînt legate de formă, precizie, rigiditate, materiale, greutate, protecția anticorozivă și marcare.

Forma modulelor este asemănătoare formei elementelor organologice ale dispozitivelor speciale sau specializate, asamblate demontabil. Întîlnim, astfel, module cu forme specifice grupei organologice de orientare (cepi, bolțuri, prisme), module cu forme specifice elementelor de orientare și fixare (menghine,

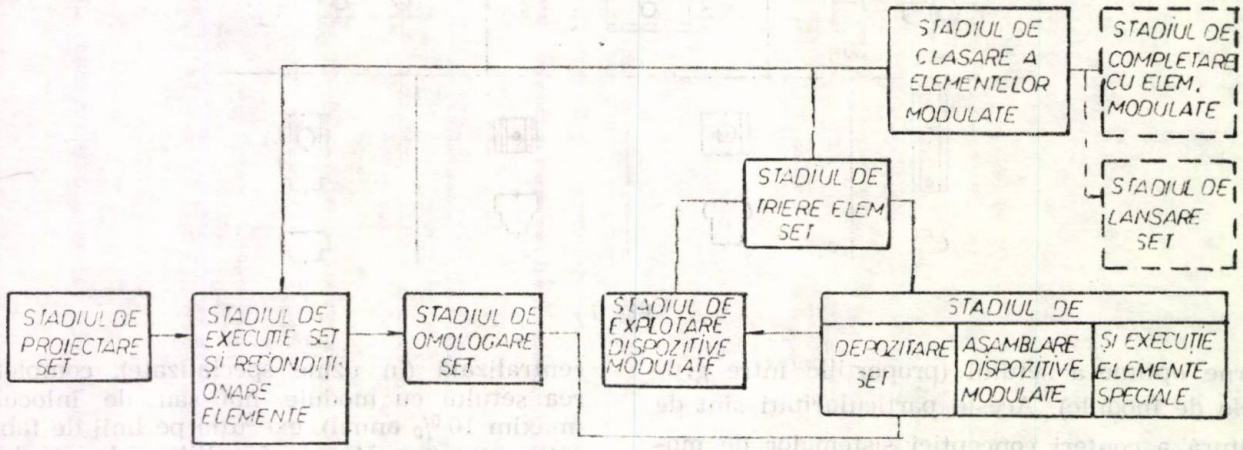


Fig. 10

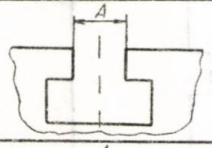
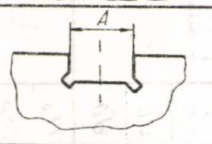
bucşe elastice), module cu forme specifice elementelor de strîngere (mecanismul cu camă, cu şurub, cu pîrghii), module cu forme specifice elementelor de ghidare şi poziţionare a sculelor aşchietoare (bucşe de ghidare, suporţi de ghidare, balamale), module cu forme specifice elementelor de legătură internă (plăci, colţare, corpi), module cu forme specifice elementelor de legătură la maşina-unealtă (urechi, flanşe, pene). Modulele specifice grupei de elemente de automatizare, mecanizare şi protecţia muncii sînt slab reprezentate în seturile modulate principale (de bază).

În general, precizia modulelor este mai ridicată decît preciziile elementelor organologice corespunzătoare ale dispozitivelor speciale sau specializate. Aceasta se explică prin numărul mult mai mare de elemente care participă, în cazul dispozitivelor modulate, în lanţurile de dimensiuni ce determină precizia de orientare a semifabricatului. În tabelul 2 sînt date preciziile pentru elementele caracteristice modulelor, iar în tabelul 3 preciziile pentru o parte reprezentativă a modulelor setului, corespunzător celor trei clase de precizie în care poate fi livrat setul.

Rigiditatea modulelor, luate individual, este similară sau superioară elementelor organologice corespunzătoare din dispozitivele speciale şi specializate.

Materialele (permit tratamentul termic şi termochimic) din care se execută modulele sînt de calitate, astfel încît să prezinte suprafeţe active cu durabilităţi ridicate, iar miezul — tenacitate şi rezistenţă la eforturi.

Tabelul 2

Denumire element caracteristic modulor	Simbol abatere	SCHITA	Precizie set I	Precizie set II	Precizie set III	Observaţii
Canal T	TFr		V	VI	VII	Conf STAS 7391-66 pt suprof cu $R_a = 0,8$
	TFp					
	δA		H_5	H_6	H_7	
Canal ghidare	TFr		V	VI	VII	Conf STAS 7391-66 pt suprof cu $R_a = 0,8$
	TFp					
	δA		H_5	H_6	H_7	

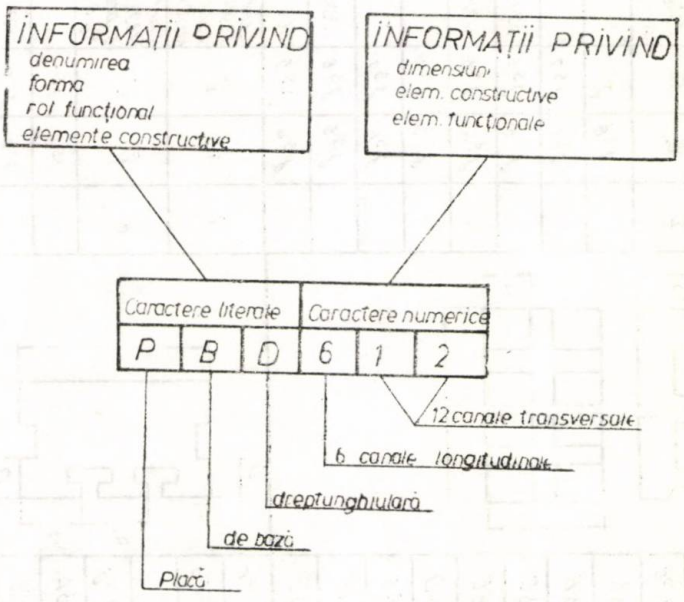
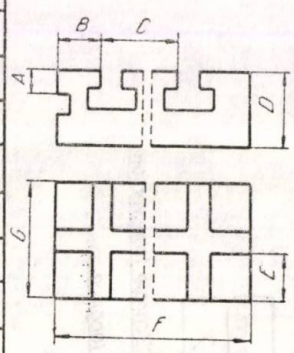
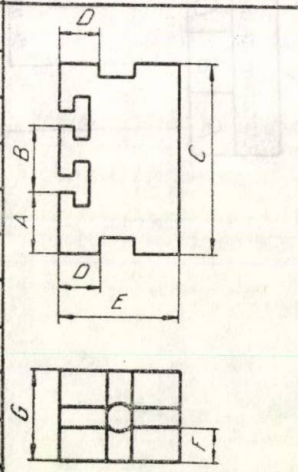


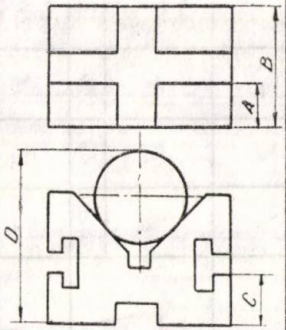
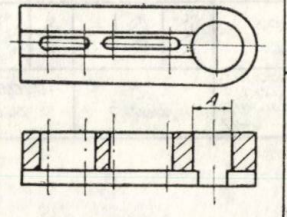
Fig. 11

Pentru plăci, colţare, corpi, module de orientare, module de ghidare şi poziţionare a sculelor aşchietoare, s-au folosit semifabricate

Tabelul 3.a

Denumire modul	Simbol abatere	SCHIȚA	Precizie set I	Precizie set II	Precizie set III	Observații
0	1	2	3	4	5	6
Placă de bază	TFr		V	VI	VII	Conf STAS 7391-66 pentru suprafețele cu Ra = 0,4 și 0,8
	TFp		V	VI	VII	Conf STAS 7392-66 pentru suprafețele cu Ra = 0,4 și 0,8
	TPl			$J^{S}6$	$J^{S}7$	
	TPd			$J^{S}6$	$J^{S}7$	
	δA			$J^{S}5$	$J^{S}6$	50 < C ≤ 400
	δB			$J^{S}4$	$J^{S}5$	400 < C ≤ 800
	δC			$J^{S}5$	$J^{S}6$	
	δC			$J^{S}6$	$J^{S}7$	
	δD			$J^{S}5$	$J^{S}6$	120 < F ≤ 500
	δE			$J^{S}4$	$J^{S}5$	500 < F ≤ 800
	δF					
	δG					
Corp	TFr		IV	V	VI	Conf STAS 7391-65 pentru suprafețele cu Ra = 0,4, 0,8, 1,6
	TFp		IV	V	VII	Conf STAS 7392-65 pentru suprafețele cu Ra = 0,4, 0,8, 1,6
	TPl			$J^{S}6$	$J^{S}7$	
	TPd			$J^{S}6$	$J^{S}7$	50 < B ≤ 120
	δA			$J^{S}5$	J^{S}	120 < B ≤ 180
	δB			$J^{S}6$	$J^{S}7$	10 < C ≤ 120
	δB			$J^{S}5$	$J^{S}6$	120 < C ≤ 20
	δC			$J^{S}6$	$J^{S}7$	
	δC			$J^{S}5$	$J^{S}6$	
	δD			$J^{S}6$	$J^{S}7$	
	δE			$J^{S}6$	$J^{S}7$	
	δF					
	δG					

tabelul 3.b

Denumire modul	Simbol abatere	SCHIȚA	Precizie set I	Precizie set II	Precizie set III	Observații
0	1	2	3	4	5	6
	TF_l		V	VI	VI	Conf STAS 7391-66 suprafețe cu Ra = 0,4 ; 0,8
	TF_p					
	TF_s					
	TP_l					
	TP_d					
	TP_i		10"	15'	25	Pentru unghiuri
	TP_s		0,008	0,01	0,02	Pentru suprafețe cu Ra = 0,4 ; 0,8
	δ_A		js5	js6	js7	
	δ_B		js5	js5	js6	
	δ_C		js5	js6	js7	
	δ_D		js4	js5	js6	
	TF_b		IV	V	VI	Conf STAS 7391-66 pt suprafețe cu Ra = 0,8
	TF_p					
	TF_c					
	TF_l					
	TP_l					
	TP_d		0,08	0,01	0,016	Pentru suprafețe cu Ra = 0,8
	TP_c					
	TP_x					
	δ_A		H7	H7	H7	

laminate sau forjate din oțeluri de nitrurare (38 Mo C A 09), care în urma tratamentelor termice și termochimice aplicate prezintă o duritate a stratului superficial de 850—1000 HV. Pentru modulele de asamblare și de fixare, s-au folosit oțeluri de calitate (OLC 45 ... OLC 60 ..., 41 Mo C 11 ..., 40 C 10), care, în urma tratamentelor termice aplicate, prezintă în întreaga masă o rezistență ridicată.

Din punct de vedere al greutății, toate modulele se situează în grupe a căror manipulare se face manual (cu o mînă, cu două mîini sau doi muncitori).

Majoritatea modulelor sînt protejate prin brunarea chimică a suprafețelor, fără prescripții deosebite de precizie, iar pentru toate suprafețele prin peliculă de vaselină de protecție, la livrare, sau prin peliculă de ulei, în exploatare și depozitare.

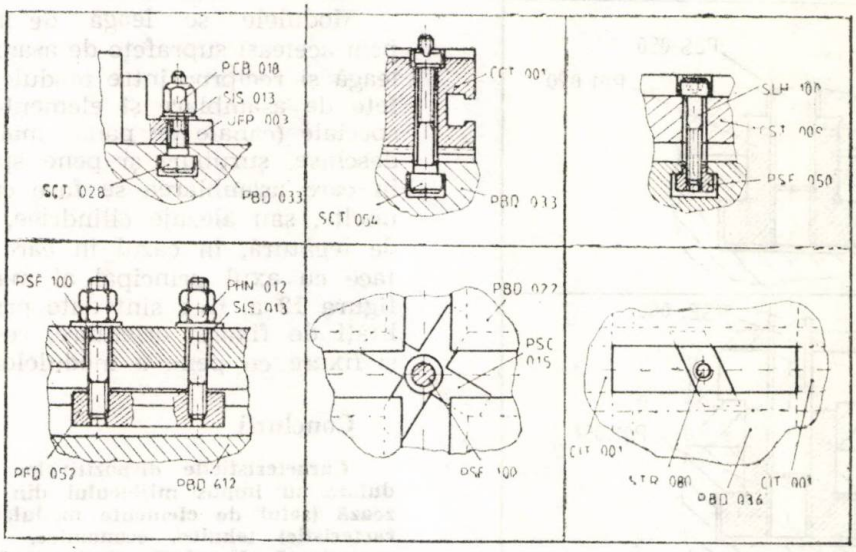


Fig. 12 *a*

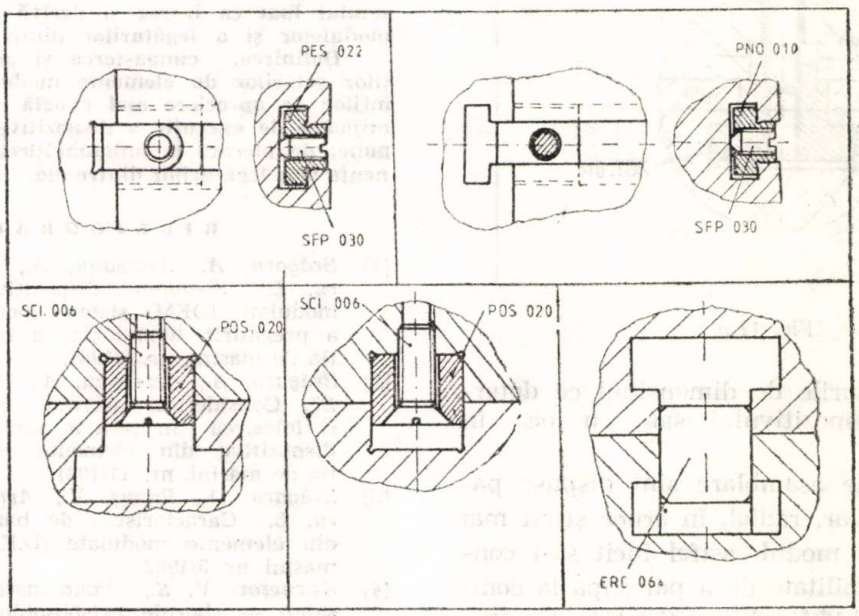


Fig. 12 *b*

Marcarea codurilor modulelor se face, de obicei, pe suprafețele plane de mărime corespunzătoare. Pentru modulele care vor influența, la asamblare, precizia dispozitivelor modulate, locul de marcare se află în apropierea zonei celei mai precise. Modul de formare a codului și informațiile ce le oferă sînt ilustrate în figura 11.

Particularități constructive ale legăturilor dintre modulele setului și ale legăturilor cu mediu exterior

Legăturile dintre module au un caracter demontabil, ajustajele sînt de tipul celor alunecătoare sau semilibere, în cazul în care

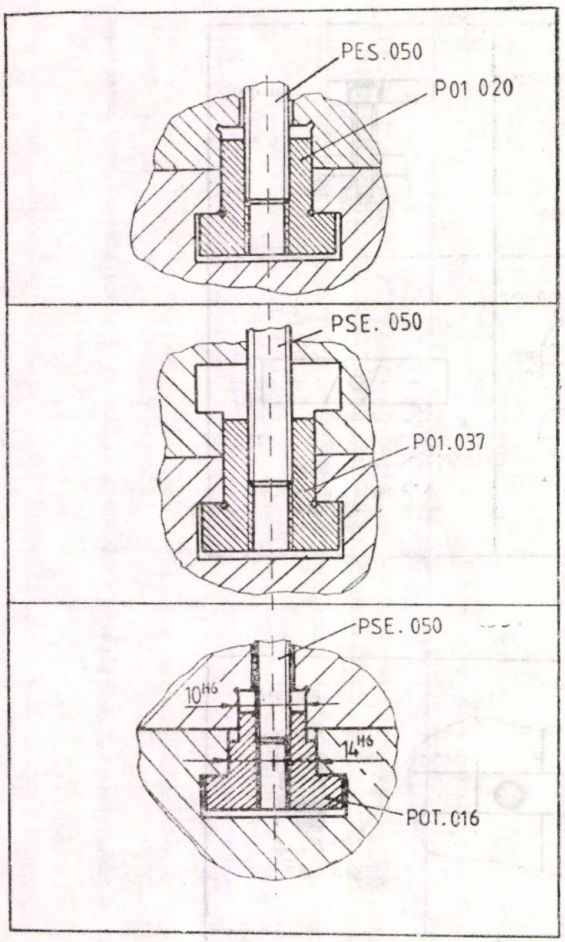


Fig. 12 *c*

participă în lanțurile de dimensiuni ce determină precizia dispozitivului, sau cu joc, în celelalte cazuri.

Suprafețele de asamblare sînt dispuse paralel, perpendicular, radial, în cruce și cît mai multe pe același modul, astfel încît să-i confere o mare posibilitate de a participa la combinatorica asamblării dispozitivului. Legăturile reciproce dintre module sînt asigurate de suprafețele de asamblare ale modulelor (canale T, canale de pană, alezaje, arbori, conuri interioare sau exterioare, suprafețe filetate) și module de asamblare (pene, șuruburi, piulițe, prezoane).

Caracterul asamblării permite reglarea poziției reciproce dintre două module asamblate numai după o direcție. Pe două sau trei direcții, reglarea se poate realiza numai combinînd mai multe module.

Modulele se leagă de mașina-unealtă fie prin aceleași suprafețe de asamblare, cu care se leagă și reciproc între module, fie prin suprafețe de asamblare și elemente de asamblare speciale (canale de pană mai late și lamaje deschise, șuruburi și pene speciale), în cazul în care asamblarea se face cu masa mașinii-unelte, sau alezaje cilindrice, conice și flanșe de legătură, în cazul în care asamblarea se face cu axul principal al mașinii-unelte. În figura 12 a, b, c sînt date principalele posibilități de fixare, orientare, respectiv orientare și fixare cu pene a modulelor între ele.

Concluzii

Caracteristicile dispozitivelor din elemente modulate au impus mijlocului din care se materializează (setul de elemente modulate) o serie de caracteristici tehnice, economice, organizatorice, o importanță deosebită, pentru actualii utilizatori și viitorii beneficiari, prezentînd particularitățile constructive.

Particularitățile constructive sînt o însușire a setului luat ca întreg și derivă din particularitățile modulelor și a legăturilor dintre modulele setului.

Definirea, cunoașterea și analiza particularităților seturilor de elemente modulate constituie un mijloc de apreciere mai exactă a limitelor acestor mijloace de execuție a dispozitivelor, precum și un punct de plecare la îmbunătățirea modulelor componente și a legăturilor dintre ele.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Brăgaru, A., Armeanu, A., Pănuș, V., Dulgheru, L.*: Sistemul dispozitivelor din elemente modulate (DEM) sistem modern de optimizare a pregătirii tehnologice a fabricației. Construcția de mașini, nr. 6/1981.

[2] *Brăgaru, A., Armeanu, A., Pănuș, V., Dulgheru, L.*: Considerații privind concepția, realizarea și folosirea în țară a unui sistem integrat de dispozitive din elemente modulate. Construcția de mașini, nr. 11/1981.

[3] *Brăgaru, A., Pănuș, V., Armeanu, A., Dulgheru, L.*: Caracteristici de bază a dispozitivelor din elemente modulate (D.E.M.) Construcția de mașini, nr. 5/1982.

[4] *Kuznețov, V. S., Ponomareev, V. A.*: Universalno — sbornîe prisposoblenia. Moskva, Mașinostroenie 1974.

[5] x x x: Prospecte ale firmelor Wharton Wilcoks (Anglia), V.E.B. Vorrichtungsbau Hohenstein (R.D.G.), Mauseur Werke Oberndorf (R.F.G.), Helge — Mara Prazisionswerkseuge (Austria).

CZ : 621.923:623.914

Ascuțirea frezelor melc STAS 3092/3-76 pe mașina tip 3 A 622 (U.R.S.S.)

Dr. ing. Gheorghe **MILOIU**, ing. Florin **VIȘA**, ing. Radu **FRĂȚILĂ** — Întreprinderea „Neptun" Cîmpina

Introducere

Precizia frezelor-melc (a melcului înfășurător al muchiilor așchietoare) este determinată de precizia de realizare a suprafețelor de așezare (detalonată) și de degajare (de ascuțire). Calitativ, influența erorilor de ascuțire a frezelor-melc asupra profilului melcului înfășurător al frezelor melc evolventice și asupra roții dințate generate (fig. 1), este evidențiată în [7, 8].

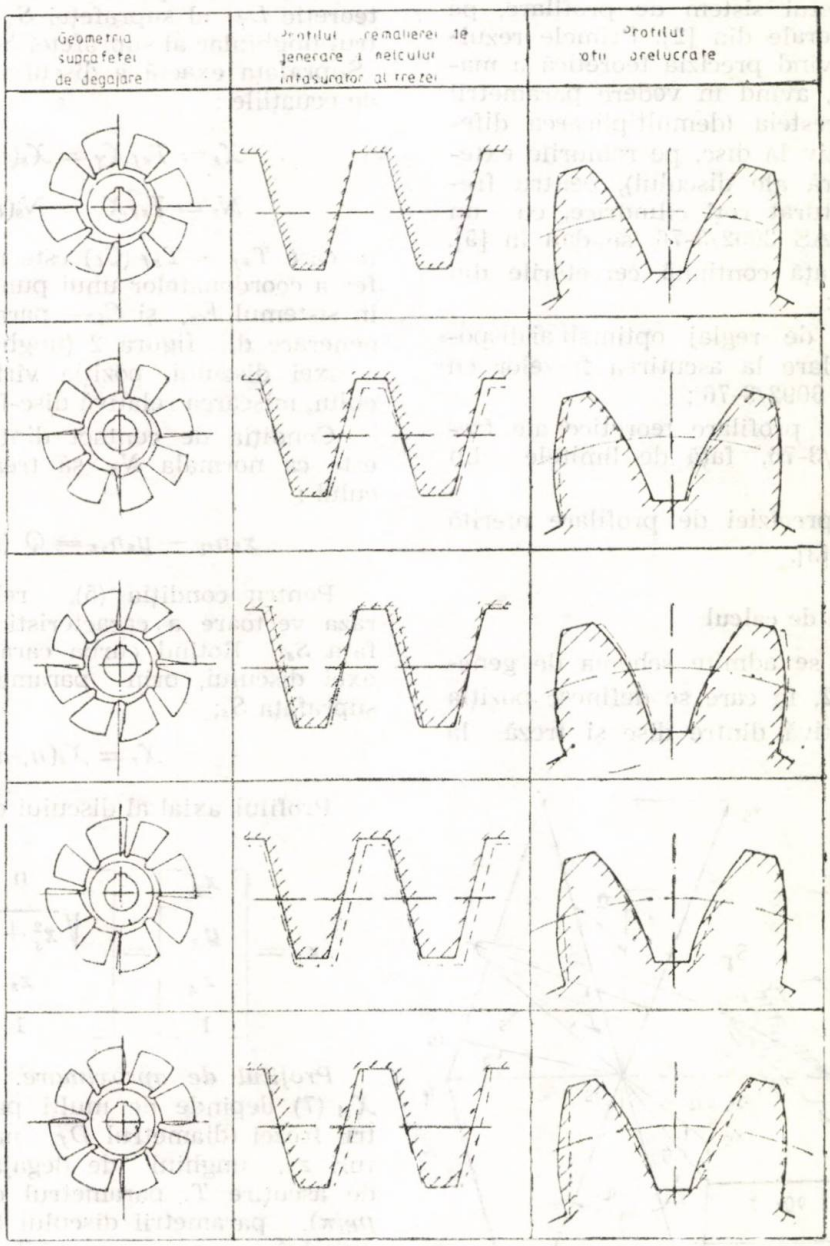


Fig. 1 Influența erorilor de ascuțire a frezelor-melc asupra profilului melcului înfășurător și a profilului roții generate.

Pentru asigurarea unor precizii și productivități ridicate la ascuțirea frezelor-melc,

s-au dezvoltat mașini speciale semiautomate. Profilul axial al discului — o curbă asimetrică, bombată mai puternic pe ramura exterioară a discului (fig. 1) — se realizează cu sisteme mecanice, după diverse curbe tehnice.

O largă utilizare cunosc mașinile de ascuțit sovietice, tip 3 A 622 și 3663 P, cu sistem de profilare cu lamă elastică. Acest sistem de profilare a discului abraziv este descris în [1, 6] și studiat în [3, 4, 5]. În [3] se prezintă o metodă de calcul simplificat, dar fără evaluarea aproximării introduse. Lucrarea [4] evoluează pentru prima dată, prin metode numerice, precizia acestui sistem de profilare, pe baza metodei generale din [2]. Primele rezultate numerice privind precizia teoretică a mașinii tip 3 A 622, avînd în vedere parametrii constructivi ai acesteia (demultiplicarea diferită de la dispozitiv la disc, pe ramurile exterioară și interioară ale discului), pentru frezele-melc de danturat roți cilindrice, cu un început, după STAS 3092/3-76, se dau în [5].

Lucrarea de față continuă cercetările din [4, 5], prezentînd :

— parametrii de reglaj optimali ai dispozitivului de profilare la ascuțirea frezelor cu un început, STAS 3092/3-76 ;

— abaterile de profilare teoretice ale frezelor STAS 3093/3-76, față de limitele din STAS 3092/2-81 ;

— evaluarea preciziei de profilare oferită de algoritmul din [3].

Bazele metodei de calcul

Pentru studiu se admite schema de generare din figura 2, în care se definesc poziția și mișcarea relativă dintre disc și freză la ascuțire. Se definesc sistemele de axe de coordonate E_f — legat de disc și E_s — legat de sculă (freză).

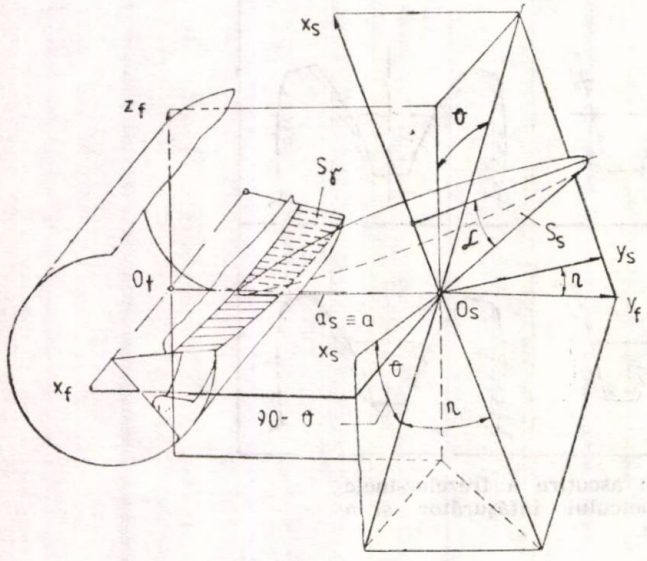


Fig. 2 Schema de generare la ascuțirea frezelor-melc cu canale elicoidale.

Profilul exact al discului. Ecuațiile suprafeței de degajare (elicoid riglat) în sistemul E_f sînt (raza vectoare a unui punct curent și normala la suprafață în același punct) :

$$\mathcal{X}_\gamma = \mathcal{X}_\gamma(u, v); \tag{1}$$

$$N_\gamma = \frac{\partial \mathcal{X}_\gamma}{\partial_u} \cdot \frac{\partial \mathcal{X}_\gamma}{\partial_v} = N_\gamma(u, v), \tag{2}$$

în care u este parametrul liniar al profilului teoretic L_γ al suprafeței S_γ și v — parametrul unghiular al suprafeței S_γ.

Suprafața exactă a discului S_s este definită de ecuațiile :

$$\mathcal{X}_s = T_{sf}\mathcal{X}_\gamma = \mathcal{X}_s(u, v, C_i), \tag{3}$$

$$N_s = T_{sf}\mathcal{X}_\gamma = N_s(u, v, C_i), \tag{4}$$

în care $T_{sf} = T_{sf}(C_i)$ este matricea de transfer a coordonatelor unui punct din sistemul E_f în sistemul E_s, și C_i — parametrii modului de generare din figura 2 (unghiurile de înclinare a axei discului, poziția vîrfului conului discului, mișcarea relativă disc-freză).

Condiția de contact dintre disc și freză este ca normala N_s să treacă prin axa discului :

$$x_s n_{sy} - y_s n_{sx} = Q\ (u, v) = 0 \tag{5}$$

Pentru condiția (5), relația (3) definește raza vectoare a caracteristicii de pe suprafața S_s. Rotind curba caracteristică în jurul axei discului, prin parametrul w, se obține suprafața S_s;

$$\mathcal{X}_s = \mathcal{X}_s(u, w). \tag{6}$$

Profilul axial al discului este :

$$\boldsymbol{x}_A = \begin{bmatrix} x_A \\ y_A \\ z_A \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \sqrt{x_s^2 + y_s^2} \\ z_s \\ 1 \end{bmatrix} = \boldsymbol{x}_A(u). \tag{7}$$

Profilul de aproximare. Profilul discului $\mathcal{X}_A$ (7) depinde de mulți parametri : parametrii frezei (diametrul D_f, numărul de începuturi z_f, unghiul de degajare γ, înălțimea de ascuțire T, parametrul elicoidal $H_E = 0{,}5\ p_E/\pi$), parametrii discului (D_s — diametrul discului, α_s — unghiul de profil al discului), parametrii modului de generare la ascuțire (η — unghiul de răsturnare a axei discului în fața frezei, θ — unghiul de basculare a axei discului față de axa frezei, a și Φ — deplasările liniare ale vîrfului conului discu-

lui *). Sistemul de profilare trebuie să realizeze o curbă care să aproximeze cît mai bine profilul $\mathcal{X}_A(7)$.

Se admite P_p planul în care se face profilarea discului S_s, în care profilul acestuia este :

$$\left.\begin{aligned} \mathcal{X}_s &= \mathcal{X}_s(u, v) = 0 \\ \mathcal{X}_p &= Ax_s + By_s + Cz_s + D = 0 \end{aligned}\right\}, \tag{8}$$

respectiv șirul de puncte :

$$M_i \begin{cases} y_i = y_{si} \\ z_i = z_{si}, \end{cases} \quad i = 1, \; n \tag{9}$$

Fie profilul realizat cu dispozitivul de diamantare a discului :

$$M_i^* \begin{cases} y_i^* = y_i^*(u^*, C_j) \\ z_i^* = z_i^*(u^*, C_j) \end{cases} \tag{10}$$

în care C_j sînt parametrii de optimizare.

Abaterea profilului (10) de la profilul (9) este :

$$\delta_i^* = -(y_i - y_i^*) \cos p^* + (z_i - z_i^*) \sin p^*, \tag{11}$$

Pentru o valoare $C^K = [C_1, \ldots, C_m]$ aproximarea va fi caracterizată de abaterea cumulată :

$$\delta_i^{*K} = \text{MAX}(\delta_i^*) - \text{MIN}(\delta_i^*) = \Delta^*(C^K) \tag{12}$$

Profilul (10) va fi optimizat pentru parametrii C^K la care $\Delta^*(C^K)$ are valoarea minimă :

$$\left.\begin{aligned} y_i^* &= y_i^*(u^*, C^K) \\ z_i^* &= z_i^*(u^*, C^K) \end{aligned}\right\} \tag{13}$$

Ecuațiile (10) pentru dispozitivul de profilare cu lamă elastică vor fi stabilite mai jos.

Dispozitivul de profilare

Descrierea va urmări schema din figura 3. Partea principală a dispozitivului o formează lama elastică **1**, încastrată la mijloc pe corpul dipozitivului **2**, și șuruburile micrometrice **3'** și **3"** ce permit deformarea diferită a celor două console ale lamei. Lama **1** este parcursă de palpatorul **4** fixat pe pîrghia **5**, articulată pe culisorul **6**, deplasat hidraulic. Pe pîrghia **5** este fixat și vîrful de diamantare **7**. Cursa

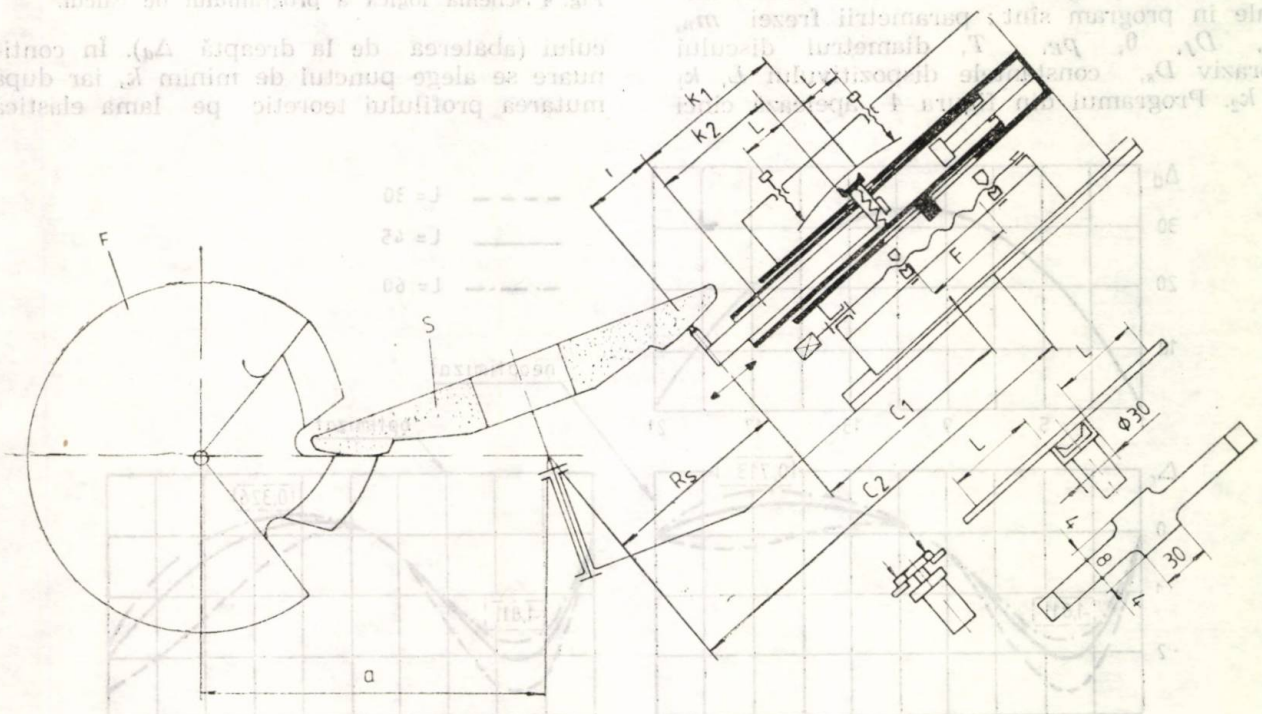


Fig. 3 Schema dispozitivului de profilare cu lamă elastică.

unde p^* este unghiul cuprins între normala N^* în $M_i(y_i, z_i)$ al curbei L^* și axa Oy.

de diamantare F este reglată de opritoarele **8** și **9**, prin șurubul **10**, iar corelarea cu diametrul discului se asigură prin reglarea poziției **R** a corpului dispozitivului **11** pe capul de rectificat al mașinii.

* Deplasarea Φ apare numai la frezele cu $\gamma \neq 0$ (nu e cazul pe fig. 2).

Curba de profilare asigurată de dispozitiv este dată de ecuația diferențială a fibrei medii deformate a unei bare, încastrată la un capăt și încărcată la celălalt :

$$\left[\frac{z'_m}{1+(z'_m)^2}\right]^{3/2} = \frac{P}{EI}(L - y_m), \qquad (14)$$

în care P este forța de deformare a lamei, I și E — momentul de inerție axial și modulul de elasticitate ale lamei, iar L — lungimea deformată a lamei.

În domeniul deformațiilor mici termenul $(z'_m)^2$ se poate neglija. Astfel ecuația (14) devine :

$$z''_m = C(L - y_m), \qquad (15)$$

care după interpolare devine :

$$z_m = Cy_m^2(3L - y_m), \qquad (16)$$

o curbă algebrică de gradul trei de forma :

$$z_m = A_1 y_m^3 - A_2 y_m^2 \qquad (17)$$

Rezultate numerice

Algoritmul expus concis mai sus este cuprins în organigrama din figura 4 [5], care a stat la baza programului de calcul. Datele inițiale în program sînt : parametrii frezei m_n, z_1, D_f, θ, p_E, T, diametrul discului abraziv D_s, constantele dispozitivului L, k_1 și k_2. Programul din figura 4 apelează cinci subprograme. În subprogramul **1** se stabilesc anumite constante ale procesului de generare, iar în subprogramul **2** coordonatele punctului de contact freză-disc, profilul discului. În subprogramul **3** se evaluează bombarea discului (abaterea de la dreaptă Δ_d). În continuare se alege punctul de minim k, iar după mutarea profilului teoretic pe lama elastică (prin constantele k_1 și k_2) se evaluează abaterea de profilare (subprogramul 4), care apoi

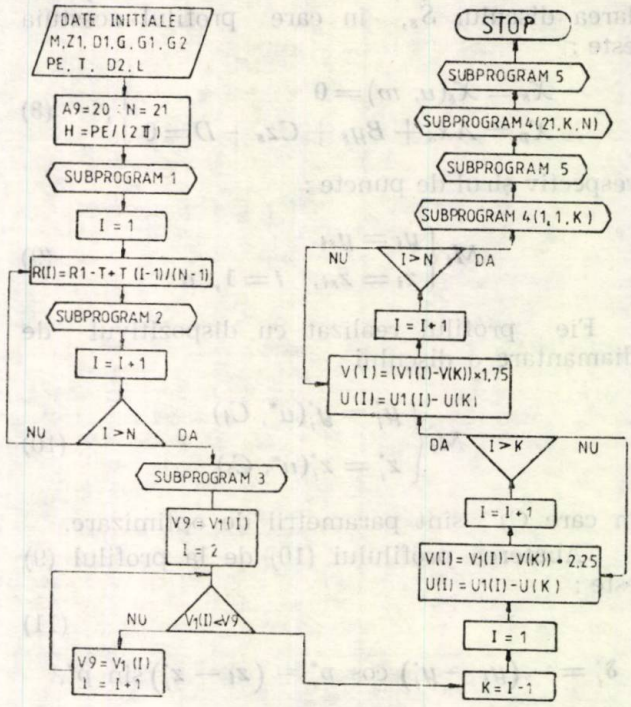


Fig. 4 Schema logică a programului de calcul.

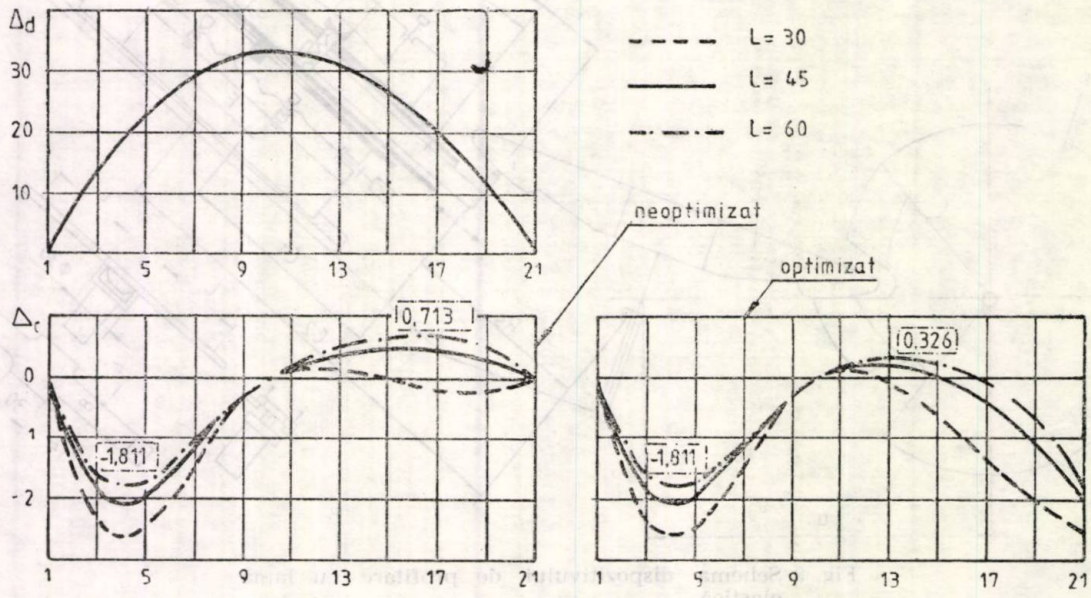


Fig. 5 Bombarea discului Δ_d și abaterea de profilare Δ_c, în μm ($m_n = 10$; $D_f = 160$; $T = 25$; $D_s = 250$, $\eta = \alpha = 20°$).

Bombarea discului de ascuțire ($D_s = 250$ pentru freza $m_n = 10$; $z_1 = 1$; $D_f = 160$; $\theta = 4°21'$; $p_E = 5458$; $T = 25$)

Tabelul 1

i	Δ_d	i	Δ_d	i	Δ_d	i	Δ_d
		6	0,026174	16	0,023483		
1	0,000000	7	0,029014	15	0,026602	21	0,000000
2	0,006904	8	0,031104	14	0,029145	20	0,005677
3	0,012952	9	0,032469	13	0,031091	19	0,010886
4	0,018165	10	0,033128	12	0,032417	18	0,015604
5	0,022565	11	0,033104	11	0,033104	17	0,019811

se optimizează (subprogramul 5), prin parametrii v_I și v_{II}. Eficacitatea optimizării poate fi urmărită pe exemplul din figura 5. De asemenea, se observă că, pe ramura exterioară, cea mai mică abatere se obține în condiția ca profilul de aproximare să treacă prin punctele extreme ale profilului exact, iar pe ramura interioară optimizarea se face prin egalarea abaterii în punctul ultim al ramurii interioare, cu abaterea maximă de pe ramura exterioară. Toate cazurile numerice cercetate la frezele-melc cu un început au dovedit că ideea enunțată este soluție de optimizare.

În continuare, se prezintă rezultatele numerice pentru frezele melc cu un început pentru danturarea roților dințate cilindrice cu parametrii din STAS 3092/3-76 (tab. 2). Se cercetează influența diametrului și a unghiului de profil al discului de ascuțire, precum și influența parametrilor dispozitivului de profilare.

În figura 6 se prezintă influența diametrului discului asupra abaterilor minime de profilare și a parametrilor de optimizare, pentru unghiul de poziție și profil $\eta = \alpha = 20°$. Toți parametrii evidențiați (Δ_d — bombarea discului, Δ_c — abaterea de profilare cumulată pentru cele două ramuri ale profilului, v_I, v_{II} — săgețile ramurilor la lungimea L) cresc la creșterea diametrului discului D_s, pentru toate frezele cercetate (totdeaua v_I este sensibil mai mare decît v_{II}).

La modificarea unghiului de profil al discului α și a celui de poziție η, atît bombarea Δ_d, cît și abaterea cumulată Δ_c scad cu creșterea unghiurilor $\alpha = \eta$; totodată parametrii de optimizare v_I și v_{II} scad cu creșterea unghiurilor $\alpha = \eta$ (fig. 7 și 8). Comparînd Δ_d, Δ_c, v_I și v_{II} la $D_s = 150$ și 250, rezultă valori practic duble la diametrul mare. Abaterea de profilare Δ_c este de $10 \div 40$ ori mai mică decît bombarea Δ_d la $T = 2{,}5\ m_n$ și de $5 \div 25$ ori mai mică la $T = 3\ m_n$ (valorile mari la $m_n = 10$, valorile mici la $m_n = 4$).

Eficacitatea profilării cu dispozitivul din figura 3, la ascuțirea frezelor cu un început STAS 3092/3—76, poate fi urmărită pe tabelul 3. Pentru ascuțirea pe $T = 2{,}5\ m_n$, la frezele cu $m_n = 4$ și 6, abaterea de profilare Δ_c nu trece de 1% din valorile admise în STAS 3092/1—81, chiar și la exigențele clasei AA, iar la frezele cu $m_n = 8$ și 10 abaterea Δ_c este de circa 10%, pentru clasa AA și 5% pentru clasa A. La $T = 3\ m_n$, pentru $m_n = 4$ și 6, abaterea Δ_c crește de circa 3 ori față de valorile de la $T = 2{,}5\ m_n$ și practic nu depășește 3% din abaterea admisă de

Parametrii frezelor studiate

Tabelul 2

Modulul normal	m_n	4		6		8		10	
Diametrul exterior	D_1	100	125	125	160	140	180	160	225
Unghiul elicei de degajare *	θ	2°36'	2°1'	3°12'	2°24'	3°55'	2°55'	4°21'	2°54'
Pasul elicei de degajare	P_E	6082	10111	6019	10683	5363	9722	5458	12213
Înălțimea de calcul	T	10 și 12		15 și 18		20 și 24		25 și 30	

* Frezele cu diametru mărit privesc doar tabelul 3.

STAS 3092/2—81. La $m_n = 8$, abaterea Δ_c ajunge la 7 %, iar la $m_n = 10$ — la 35 % pentru clasa AA. Considerînd admisibile abateri teoretice de profilare (ale schemei de profilare) de 1/5 din domeniul de precizie al frezei, rezultă că profilarea cu dispozitive cu lamă elastică este aplicabilă la toate frezele de danturat roți dințate cilindrice (practic numai la clasa AA, la $m_n = 10$, pentru $D_f = 160$, abaterea Δ_c depășește 20% din cîmpul de toleranță admis la ascuțirea frezei).

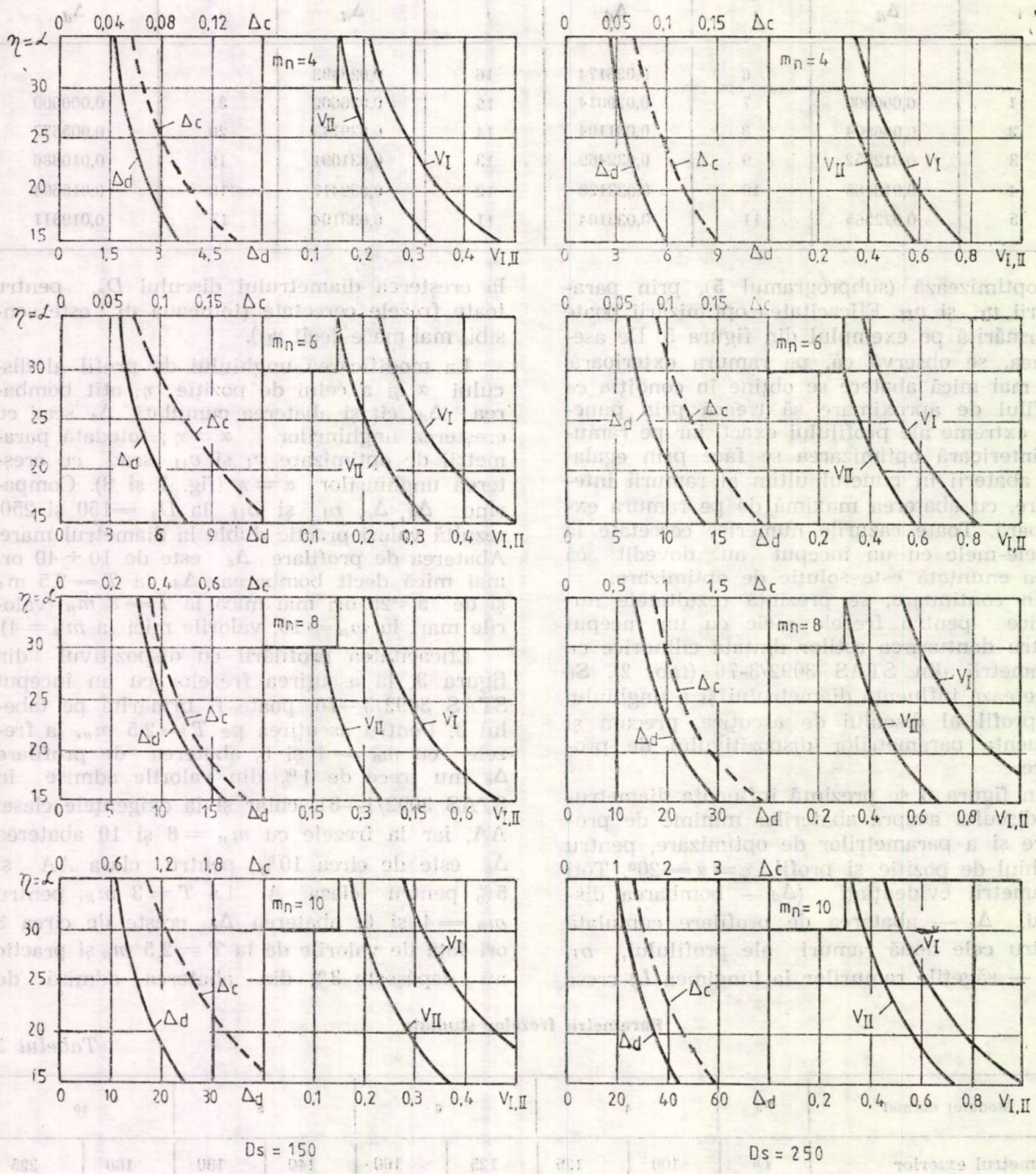


Fig. 6 Influența diametrului discului D_s asupra bombării Δ_d, a abaterii de profilare Δ_c și a parametrilor de optimizare $v_{I,II}$ ($L = 45$; $\eta = \alpha = 20°C$).

La mașinile de ascuțit 3 A 622 și 3663 P (U.R.S.S.), parametrul L al dispozitivului de profilare este 45 mm. În tabelele 4, 5 se cerce-

tează oportunitatea modificării parametrului L, evaluînd Δ_c la $L = 30$; 45 și 60 mm. Rezultă că Δ_c scade la creșterea parametrului constructiv L, dar Δ_c practic nu diferă semnificativ între $L = 45$ și 60.

Evaluarea preciziei algoritmului din [3]

În lucrarea [3] profilul lamei elastice a dispozitivului de profilare din figura 3 este aproximat printr-un arc de cerc cu raza

$$\rho = \frac{2(H^2 + R_0^2)\sin\alpha}{H^2 D_{cs}}, \qquad (18)$$

în care $H = R_0/\mathrm{tg}\ \theta = p_E/(2\pi)$ este parametrul elicoidal al suprafeței de degajare, $R_0 = (D_f - T)/2$ — raza medie a suprafeței de degajare a frezei, $D_{cs} = D_s - T\cos\alpha$ — diametrul mediu al discului abraziv.

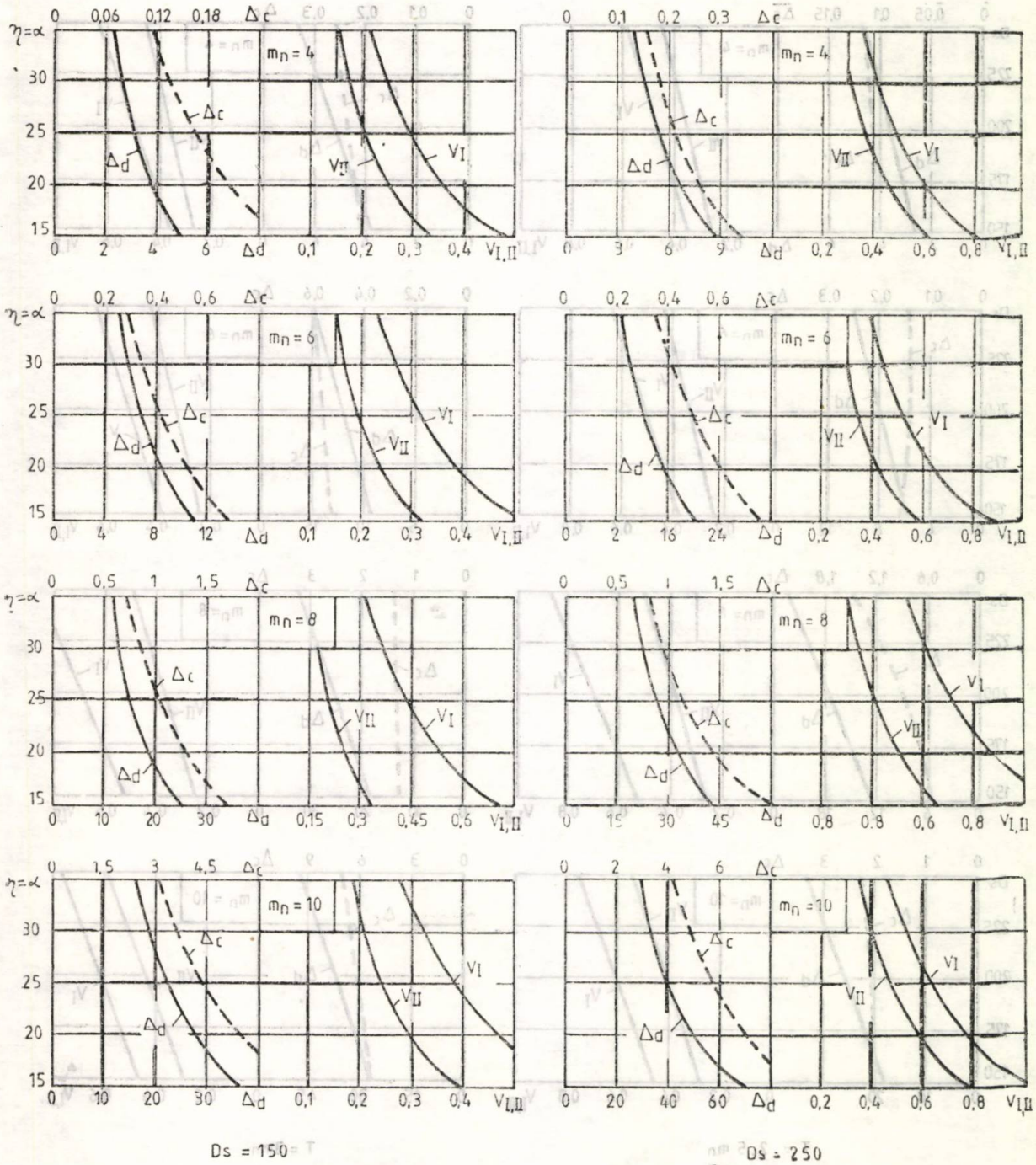


Fig. 7 Influența unghiului discului ($\alpha = \eta$) asupra bombării Δ_d, a abaterii de profilare Δ_c și a parametrilor de optimizare $v_{I,\,II}$ pentru $T = 2{,}5$ $m_n (L = 45)$.

Abaterea este minimă pentru discul cu unghiul de profil și poziție :

$$\sin\alpha = \frac{DH_{os}}{2(H^2 + R_0^2)} \qquad (19)$$

și este

$$\Delta = (0{,}5T)^2 \cdot \frac{D_{os} - 2\rho\sin\alpha}{3\sqrt{3}\cdot\rho^2\cdot R_0\,\mathrm{tg}\,\alpha} \qquad (20)$$

Parametrul de optimizare v (identic pentru cele două ramuri, $v_I = v_{II}$, avînd și $k_1 = k_2 = 1$) este :

$$v = L^2/(3\rho). \qquad (21)$$

Pentru evaluarea preciziei de calcul după acest algoritm, în tabelul 6 se prezintă abaterea (cumulată) calculată cu formula (20) și

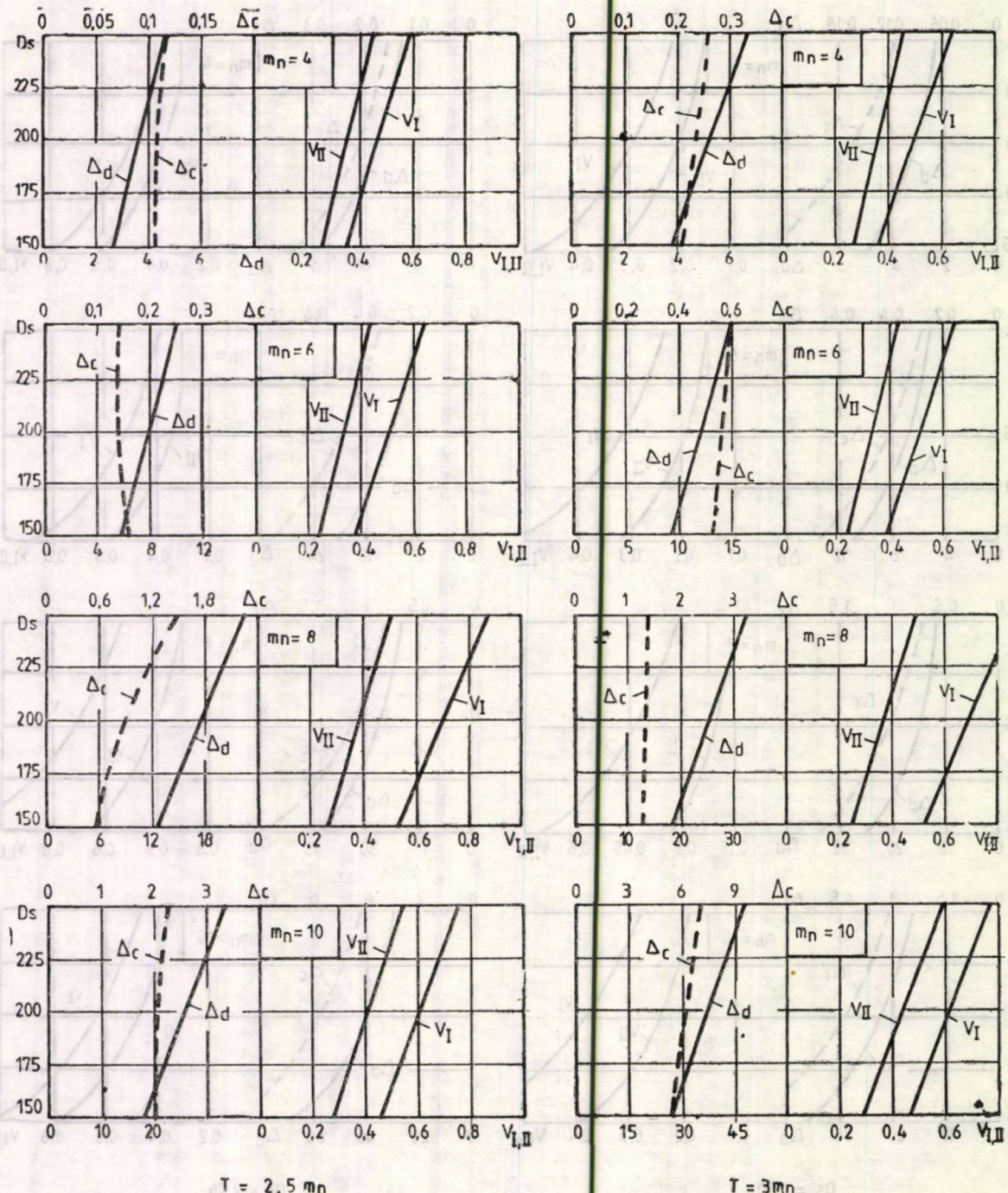


Fig. 8 Influența unghiului discului ($\alpha = \eta$) asupra bombării Δ_d, a abaterii de profilare Δ_c și a parametrilor de optimizare $v_{I,\,II}$ pentru $T = 3\,m_n (L = 45)$.

Abaterea de profilare Δ_c comparată cu precizia, după STAS 3092/2-81, la frezele-melc după STAS 3092/1-76 (pentru L = 45 ; $\eta = \alpha$ 20°)

$T = 2{,}5\ m_n$ $T = 3\ m_n$ *Tabelul 3*

Freza		Discul	Abaterea minimizată	Parametrii de optimizare		Abaterea de formă după STAS, [μm]					Δ_c față de STAS, [%]				
m_n	D_F	D_s	Δ_c, μm	$\sqrt{1}$	$\sqrt{2}$	AA	A	B	C	D	AA	A	B	C	D
4	100	150	0,105	0,356	0,259	20	32	50	100	160	0,52	0,32	0,21	0,10	0,06
		200	0,109	0,474	0,358						0,54	0,34	0,22	0,11	0,07
		250	0,117	0,592	0,457						0,58	0,36	0,23	0,12	0,07
	125	250	0,082	0,238	0,151						0,41	0,26	0,16	0,08	0,05
6	125	150	0,160	0,383	0,244	20	32	50	100	160	0,80	0,50	0,32	0,16	0,10
		200	0,143	0,511	0,344						0,71	0,44	0,29	0,14	0,09
		250	0,139	0,637	0,442						0,69	0,43	0,28	0,14	0,09
	160	250	0,161	0,217	0,132						0,80	0,50	0,32	0,16	0,10
8	140	150	0,553	0,527	0,267	20	40	63	125	200	2,76	1,38	0,88	0,44	0,28
		200	0,910	0,705	0,387						4,55	2,27	1,44	0,73	0,45
		250	1,422	0,881	0,508						7,11	3,55	2,26	1,14	0,71
	180	250	0,440	0,237	0,176						2,20	1,10	0,70	0,35	0,22
10	160	150	1,969	0,458	0,280	20	40	63	125	200	9,84	4,92	3,12	1,57	0,98
		200	2,073	0,610	0,413						10,36	5,18	3,29	1,66	1,04
		250	2,242	0,760	0,547						11,21	5,60	3,56	1,79	1,12
	225	250	0,568	0,151	0,111						2,84	1,42	0,90	0,45	0,28
4	100	150	0,208	0,364	0,257	20	32	50	100	160	1,04	0,65	0,42	0,21	0,13
		200	0,234	0,484	0,356						1,17	0,73	0,47	0,23	0,15
		250	0,261	0,605	0,455						1,30	0,81	0,52	0,26	0,16
	125	250	0,080	0,234	0,149						0,40	0,25	0,16	0,08	0,05
6	125	150	0,521	0,370	0,240	20	32	50	100	160	2,60	1,62	1,04	0,52	0,32
		200	0,565	0,518	0,341						2,82	1,76	1,13	0,57	0,35
		250	0,606	0,647	0,431						3,03	1,89	1,21	0,61	0,38
	160	250	0,185	0,216	0,130						0,77	0,48	0,31	0,15	0,10
8	140	150	1,285	0,529	0,252	20	40	63	125	200	6,42	3,21	2,04	1,03	0,64
		200	1,329	0,703	0,373						6,64	3,32	2,11	1,06	0,66
		250	1,403	0,876	0,494						7,02	3,51	2,23	1,12	0,70
	180	250	1,309	0,240	0,186						6,55	3,27	2,08	1,05	0,65
10	160	150	5,383	0,468	0,293	20	40	63	125	200	26,91	13,46	8,54	4,31	2,69
		200	5,918	0,621	0,436						29,59	14,79	9,39	4,73	2,96
		250	7,063	0,774	0,579						35,32	17,66	11,21	5,65	3,53
	225	250	1,583	0,155	0,118						7,91	3,96	2,51	1,27	0,79

abaterea cumulată a profilului (17) față de profilul circular de aproximare. Se constată că abaterea calculată cu formula (20) este însoțită de o eroare de calcul cel puțin de același ordin de mărime. Simplu, algoritmul din [3] se dovedește însă foarte inexact : nu aproximează corect fibra medie deformată a lamei dispozitivului și nu evaluează corect eroarea teoretică a procedeului. La acestea trebuie adăugat că algoritmul din [3] ia coeficienți de demultiplicare $k_1 = k_2 = 1$, ceea ce înseamnă o altă construcție de dispozitiv decît dotarea standard a mașinilor 3 A 622 și 3663 P (la care $k_1 = 2{,}25$ și $k_2 = 1{,}75$). Tot din tabelul 6 re-

Influența parametrului constructiv L asupra preciziei de profilare ($\eta = \alpha = 20°$; $D_s = 250$)

Tabelul 4

T/m_n	Freza		L [mm]	Abaterea minimizată	Parametrii de optimizare		Δ_s față de STAS [%]				
	m_n	D_F		Δ_c [m]	v_1	v_2	AA	A	B	C	D
2,5	4	100	30	0,122	0,267	0,208	0,61	0,38	0,24	0,12	0,08
			45	0,117	0,592	0,457	0,58	0,36	0,23	0,12	0,07
			60	0,121	1,045	0,802	0,60	0,38	0,24	0,12	0,08
	6	125	30	0,225	0,290	0,204	1,12	0,70	0,45	0,23	0,14
			45	0,139	0,637	0,442	0,69	0,43	0,28	0,14	0,09
			60	0,128	1,120	0,772	0,64	0,40	0,26	0,13	0,08
	8	140	30	1,709	0,403	0,237	8,55	4,27	2,71	1,37	0,85
			45	1,422	0,881	0,508	7,11	3,55	2,26	1,27	0,71
			60	1,338	1,542	0,880	6,69	3,35	2,12	1,14	0,67
	10	160	30	2,655	0,354	0,259	13,28	6,64	4,21	2,12	1,33
			45	2,242	0,760	0,547	11,21	5,60	3,56	1,79	1,12
			60	2,137	1,321	0,943	10,68	5,34	3,39	1,71	1,07
3,0	4	100	30	0,311	0,275	0,208	1,55	0,97	0,62	0,31	0,19
			45	0,261	0,605	0,455	1,30	0,81	0,52	0,26	0,16
			60	0,241	1,063	0,798	1,20	0,75	0,48	0,24	0,15
	6	125	30	0,821	0,298	0,198	4,10	2,56	1,64	0,82	0,51
			45	0,606	0,647	0,431	3,03	1,89	1,21	0,61	0,38
			60	0,507	1,130	0,768	2,53	1,58	1,01	0,51	0,32
	8	140	30	2,041	0,410	0,231	10,20	5,10	3,24	1,63	1,02
			45	1,403	0,876	0,494	7,02	3,51	2,23	1,12	0,70
			60	0,853	1,510	0,847	4,26	2,13	1,35	0,68	0,43
	10	160	30	8,722	0,370	0,279	43,61	21,80	13,84	6,98	4,36
			45	7,063	0,774	0,579	35,32	17,66	11,21	5,65	3,53
			60	6,388	1,329	0,991	31,94	15,97	10,14	5,11	3,19

zultă că dispozitivul din figura 3, la $k_1 = 2{,}25$ și $k_2 = 1{,}75$, oferă practic o precizie superioară de circa două ori celei evidențiate de algoritmul din [3].

Concluzii

Dispozitivul cu lamă elastică încastrată la mijloc și deformată diferențiat pe cele două ramuri, folosit la mașinile sovietice 3 A 622 și 3663 P de ascuțit freze-melc, schematizat în figura 3, oferă aproximarea profilului discului abraziv, după o curbă algebrică de gradul trei de forma: $z = A_1y^3 - A_2y^2$.

Pentru frezele cu un început, de danturat roți cilindrice, cu parametrii din STAS 3092/3—76, ascuțite pe $T = 2{,}5\ m_n$, abaterea de profilare Δ_c a dispozitivului cu lamă elastică este sub 1%, la frezele $m_n = 4$ și 6, respectiv de circa 10% la frezele $m_n = 8$ și 10, raportată la exigențele clasei AA, după STAS 3092/1—81. La $T = 3\ m_n$, Δ_c crește de aproximativ trei ori.

Considerînd admisibile abateri teoretice de profilare (ale schemei de profilare) de 1/5 din domeniul de precizie al frezei, rezultă că dispozitivul cu lamă elastică este pe deplin eficace la toate frezele cu $m_n \leqslant 10$ și $T = 2{,}5\ m_n$, iar la $m_n \leqslant 8$ și la $T = 3\ m_n$ se pot realiza ascuțiri în clasa AA. Pentru frezele $m_n = 10$ cu $T = 3\ m_n$ ascuțirea se poate realiza practic numai în clasa de precizie A.

Algoritmul din [3] aproximează printr-un arc de cerc fibra medie deformată a dispozitivului din figura 3. Acest algoritm este simplu dar inexact: abaterea de profilare este calculată cu o imprecizie practic egală cu această abatere.

Dispozitivul de profilare din dotarea mașinilor 3 A 622 și 3663 P oferă practic o precizie superioară de circa două ori celei calculate pe baza algoritmului din [3].

BIBLIOGRAFIE

[1] *Dibner, L.G., Tofin, E.E.*: Zatocinîe avtomatî i poluavtomatî. Izd. Maşinostroenie, Moscova, 1978, p. 168—196.

[2] *Miloiu, G., Vişa, F.*: Introducere în studiul complex al geometriei ascuţirii frezelor-melc. În: Noutăţi în proiectarea, tehnologia şi exploatarea sculelor aşchietoare, Universitatea din Braşov — 1980, p. 202—209.

[3] *Petrenko, P.D., Lagutin, S.A., Sandler, A.M.*: Profilirovanie kruga dlea zatociki cerveacinîh frez po perednei poverhnosti. În: Stanki i instrument, 1978, nr. 1, p. 27—28.

[4] *Vişa, F., Miloiu, G.*: Cercetări privind profilarea cu dispozitive cu lamă elastică la ascuţirea frezelor melc. În: Noutăţi în proiectarea, tehnologia şi exploatarea sculelor aşchietoare, Universitatea din Braşov — 1980, p. 222—227.

[5] *Vişa, F., Miloiu, G.*: Cercetări numerice asupra eficacităţii dispozitivelor de profilare cu lamă elastică la maşinile de ascuţire a frezelor-melc STAS 3092/3—76. În: Noutăţi în proiectarea, tehnologia şi exploatarea sculelor aşchietoare, Universitatea din Braşov — 1983.

[6] x x x: Cartea maşinii de ascuţit freze melc tip 3 A 622 (U.R.S.S.).

[7] x x x: KAPP — Wälzfräser — Schleifmaschine AS 203 (Catalog 1977).

[8] x x x: KLINGELNBERG — Scharfschleifmaschinen für Abwälzfräser. 1980. Fall Technical Meetings der A.G.M.A., Washington, Okt. 1980, 11 S.

Influenţa parametrului constructiv L asupra preciziei de profilare ($\eta = \alpha = 20°$; $D_g = 150$)

Tabelul 5

T/m_n	Freza		L [mm]	Abaterea minimizată	Parametrii de optimizare		Δ_c faţă de STAS [%]				
	m_n	D_F		Δ_c [μm]	v_1	v_2	AA	A	B	C	D
2,5	4	100	30	0,096	0,161	0,118	0,48	0,30	0,19	0,10	0,06
			45	0,105	0,356	0,259	0,52	0,33	0,21	0,11	0,07
			60	0,109	0,629	0,455	0,55	0,34	0,22	0,11	0,07
	6	125	30	0,163	0,175	0,113	0,82	0,51	0,33	0,16	0,11
			45	0,160	0,383	0,244	0,80	0,50	0,32	0,16	0,10
			60	0,186	0,674	0,426	0,93	0,58	0,37	0,19	0,12
	8	140	30	0,645	0,241	0,125	3,22	1,61	1,02	0,51	0,32
			45	0,553	0,527	0,267	2,77	1,38	0,88	0,44	0,28
			60	0,561	0,927	0,464	2,81	1,40	0,89	0,45	0,28
	10	160	30	2,045	0,214	0,133	10,23	5,11	3,25	1,64	1,02
			45	1,969	0,459	0,280	9,85	4,92	3,13	1,58	0,98
			60	1,977	0,797	0,482	9,89	4,94	3,14	1,58	0,99
3,0	4	100	30	0,233	0,166	0,117	1,17	0,73	0,47	0,23	0,15
			45	0,208	0,364	0,257	1,04	0,65	0,42	0,21	0,13
			60	0,200	0,639	0,450	1,00	0,63	0,40	0,20	0,13
	6	125	30	0,649	0,180	0,112	3,22	2,01	1,30	0,65	0,41
			45	0,521	0,390	0,240	2,61	1,63	1,04	0,52	0,33
			60	0,460	0,680	0,417	2,30	1,44	0,92	0,46	0,29
	8	140	30	1,692	0,247	0,117	8,46	4,23	2,69	1,69	0,85
			45	1,285	0,529	0,252	6,43	3,21	2,04	1,03	0,64
			60	1,096	0,918	0,437	5,48	2,74	1,74	0,88	0,55
	10	160	30	6,164	0,224	0,142	30,82	15,41	9,78	4,93	3,08
			45	5,383	0,458	0,293	26,92	13,46	8,54	4,31	2,69
			60	4,628	0,804	0,501	23,14	11,57	7,35	3,70	2,31

Eficacitatea profilării cu un arc de cerc comparativ cu profilarea $z = Ay^3 - Ay^5 (m = 10,\ T = 2{,}5\ m_n)$

Tabelul 6

Discul			$K_1 = K_2 = 1$			$K_1 = 2{,}25$; $K_2 = 1{,}75$		
			După [3]		Exact			
D_s [mm]	α, °	L, mm	Δ [μm]	$V_1 = v_2$ [mm]	Δ[μm]	Δ_c [μm]	v_1 [mm]	v_2 [mm]
150	15	30	3,159	0,095	7,669	2,693	0,280	0,175
		45		0,215		2,598	0,602	0,368
		60		0,382		2,606	1,047	0,633
	20	30	2,420	0,073	5,844	2,045	0,214	0,133
		45		0,163		1,969	0,459	0,280
		60		0,290		1,977	0,797	0,482
	25	30	1,931	0,059	4,609	1,635	0,173	0,109
		45		0,133		1,564	0,372	0,229
		60		0,237		1,573	0,647	0,395
	30	30	1,585	0,050	3,724	1,352	0,147	0,094
		45		0,113		1,281	0,315	0,197
		60		0,202		1,289	0,548	0,339
	35	30	1,326	0,044	3,051	1,151	0,128	0,083
		45		0,100		1,077	0,275	0,175
		60		0,177		1,080	0,478	0,301
250	15	30	4,613	0,171	5,963	3,400	0,463	0,345
		45		0,386		2,836	0,994	0,727
		60		0,686		2,670	1,728	1,252
	20	30	3,886	0,130	4,367	2,655	0,354	0,260
		45		0,293		2,242	0,760	0,547
		60		0,520		2,137	1,321	0,943
	25	30	3,218	0,106	3,628	2,165	0,288	0,211
		45		0,238		1,832	0,618	0,444
		60		0,422		1,749	1,074	0,765
	30	30	2,686	0,090	2,991	1,823	0,244	0,179
		45		0,202		1,540	0,524	0,378
		60		0,359		1,463	0,911	0,651
250	35	30	2,264	0,079	2,465	1,573	0,213	0,158
		45		0,177		1,323	0,457	0,332
		60		0,314		1,250	0,795	0,572

CZ : 621.951

Procedee tehnologice și mașini speciale pentru executarea găurilor adînci

Ing. Virgil **ERMALIUC**, ing. Nicolae **OLARIU** – I.C.T.C.M. București

Tehnologii

În condițiile actuale de dezvoltare a economiei noastre naționale, industria construcțiilor de mașini trebuie să facă față realizării unor produse mereu mai complexe.

O problemă deosebită o reprezintă prelucrarea găurilor adînci, operație caracteristică unui număr din ce în ce mai mare de produse, ca de exemplu : arbori de turbine, arbori pentru generatoarele electrice mari, arbori navali, prăjini de foraj, arbori cotiți pentru diverse motoare cu ardere internă de putere mare, cămăși pentru cilindri hidraulici etc.

Realizarea găurilor adînci ridică probleme cu totul specifice, fapt care contribuie a le conferi acestora un **loc distinct în cadrul tenologiei prelucrărilor prin așchiere,** atît datorită condițiilor dimensionale, cît și dificultăților tehnologice ce decurg de aici.

Criteriul de apreciere și de determinare a tehnologiei ce va trebui adoptată îl constituie raportul — $\frac{l}{d}$ — dintre adîncimea de găurire și diametrul găurii.

Astfel în privința sculelor necesare se disting :

scule din oțel rapid ;

scule ale căror muchii de tăiere și suprafețe de ghidare sînt prevăzute cu plăcuțe dure.

Sculele utilizate pot avea una, două, sau mai multe muchii tăietoare. Circuitul agentului de răcire determină procedeul de lucru.

Astfel, în literatura de specialitate [6] se recomandă clasificarea din tabelul 1. Din analiza acestui tabel se observă că doar găurile care prezintă raportul critic $l/d>5$ necesită procedee de găurire speciale, caracteristice găuririi adînci, ca de exemplu evacuarea așchiilor sub presiune, prin intermediul lichidului de răcire și ungere. Pentru orificii cu rapoarte $l/d<5$, se folosesc scule de găurire obișnuite.

De asemenea, se observă că acest raport determină și principiul organologic, costructiv și funcțional al instalației care urmează a fi adoptată.

Procedeele de găurire la un diametru anumit sînt următoarele (fig. 1) :

— **găurirea din secțiune plină** realizează diametrul solicitat într-o singură operație, cu un timp de mașină minim (fig. 1, a) ;

— **găurirea inelară** realizează diametrele cerute dintr-o singură operație, dar principiul procedeului prezintă o productivitate redusă (fig. 1, b) ;

— **găurirea pentru lărgirea diametrului găurii** se efectuează în două sau mai multe treceri succesive, ceea ce va prelungi timpul de prelucrare (fig. 1, c) ;

— **găurirea din secțiune plină** (fig. 2) se poate executa în mai multe moduri și anume :

— găurirea cu **sculă cu un singur tăiș** (fig. 2, a). În acest caz fluidul de răcire—lubrifiere se introduce prin interiorul sculei, iar așchiile sînt evacuate prin exterior. Fluidul de răcire—lubrifiere este condus prin canalul interior, sub presiune mare, pînă la vîrful sculei, executînd răcirea și lubrifierea tăișurilor și ghidajelor, iar așchiile rezultate sînt dirijate cu viteză mare printr-o canelură în formă de „V" de-a lungul sculei ;

— găurirea **sistem ejector** (fig. 2, b). Fluidul de răcire—lubrifiere și așchiile sînt vehiculate prin interiorul sculei ; datorită depresiunii care se formează

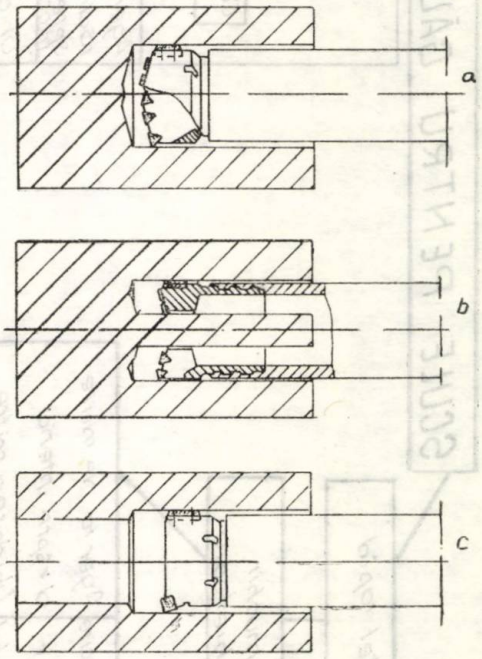
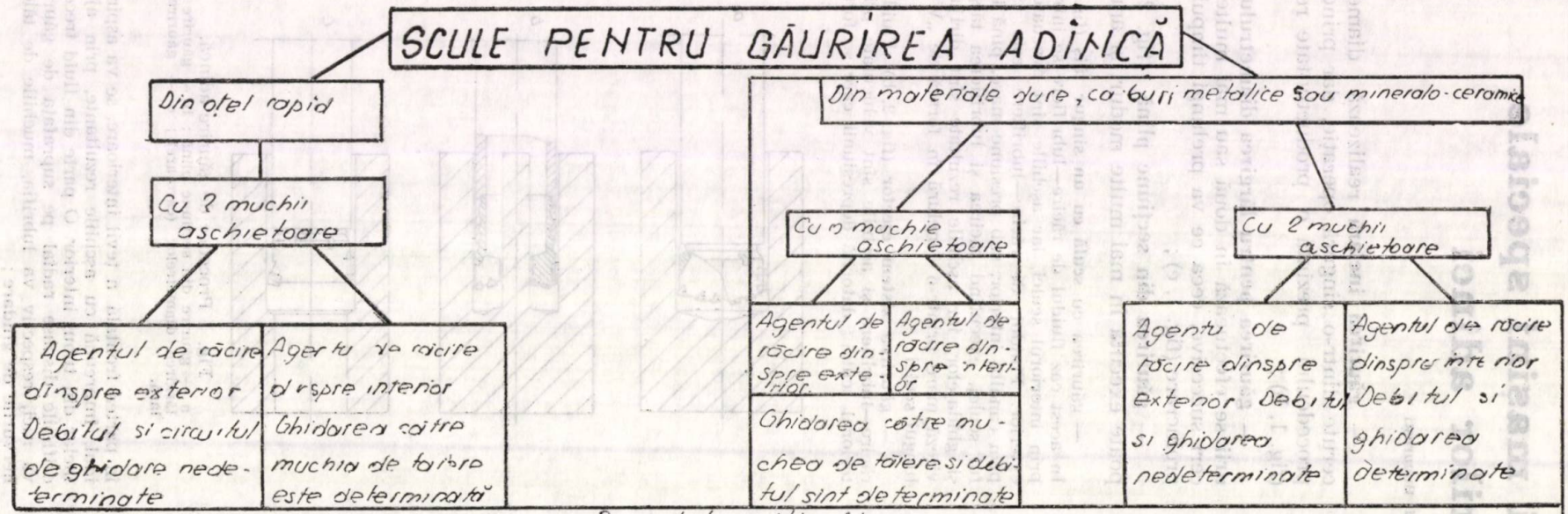


Fig. 1 Procedee de găurire adîncă.
a — găurire din secțiune plină ; b — găurire pentru lărgirea diametrelor (carotare) ; c — găurirea inelară.

în partea frontală a țevii interioare, se va aspira fluidul, împreună cu așchiile rezultante, prin ajutajul inelar din tubul interior. O parte din fluid trece prin orificiile dispuse radial pe suprafața de găurire și va răci, respectiv va lubrifia, muchiile de tăiere și nervurile de ghidare ;



Tabel 1 Clasificarea sculelor pentru găurire adîncă

— sistemul **BTA** (Boring and Trepanning Association, fig. 2, c) se caracterizează prin faptul că aducțiunea fluidului de răcire—lubrifiere se face prin exterior, iar vehicularea așchiilor se face prin interior. Fluidul fiind obligat să treacă prin secțiunea redusă dintre țeava interioară și peretele găurii ce trebuie prelucrată, va căpăta o viteză capabilă a evacua prin spălare așchiile.

Pentru ca găurirea adîncă să se realizeze în condiții optime, în ceea ce privește productivitatea, rentabilitatea, precizia și calitatea suprafețelor, se folosesc scule diferite, cuprinse într-un program complet și anume :

— burghie cu un singur tăiș ;
— burghie armate cu material dur ;
— capete de găurire inelare (sistem BTA) ;
— burghie-ejector ;
— burghie T-MAX (sistem BTA și ejector).

În figura 3 se prezintă domeniile de diametre care se prelucrează cu tipul de sculă recomandat (execuție standard sau specială).

Instalația de găurie adîncă cuprinde în general :

— mașina de găurit adînc ;
— circuitul de răcire a fluidului de ungere, cu pompele respective ;
— instalația de filtrare.

Schema principală a unei astfel de instalații este expusă în figura 4. Din punct de vedere constructiv, mașina de găurire adîncă este orizontală. În ceea ce privește circuitul lichidului de răcire-lubrifiere, acesta se compune dintr-un rezervor al instalației, un sistem de pompare pentru transmiterea lichidului de răcire-lubrifiere din rezervorul de filtrare, în orificiul sculei (la o presiune de cca 30—60 bar).

Sistemul cel mai frecvent utilizat este BTA, acesta fiind adoptat și în proiectele ICTCM, căci oferă posibilități variate de aplicare pentru multitudinea cazurilor ivite în practică. În acest caz, stabilitatea sculei este mărită considerabil datorită înlocuirii secțiunii profilate a sculei cu secțiunea inelară. Inițial scula este

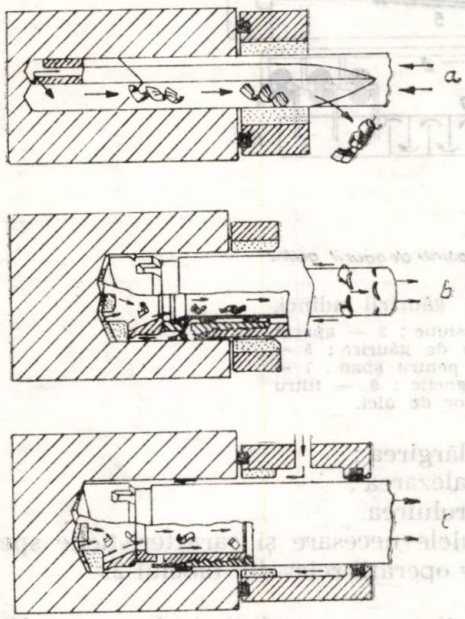


Fig. 2 Diverse sisteme de găurire adîncă.
a — găurire cu sculă cu un tăiș ; b — găurire sistem ejector ; c — găurire sistem BTA.

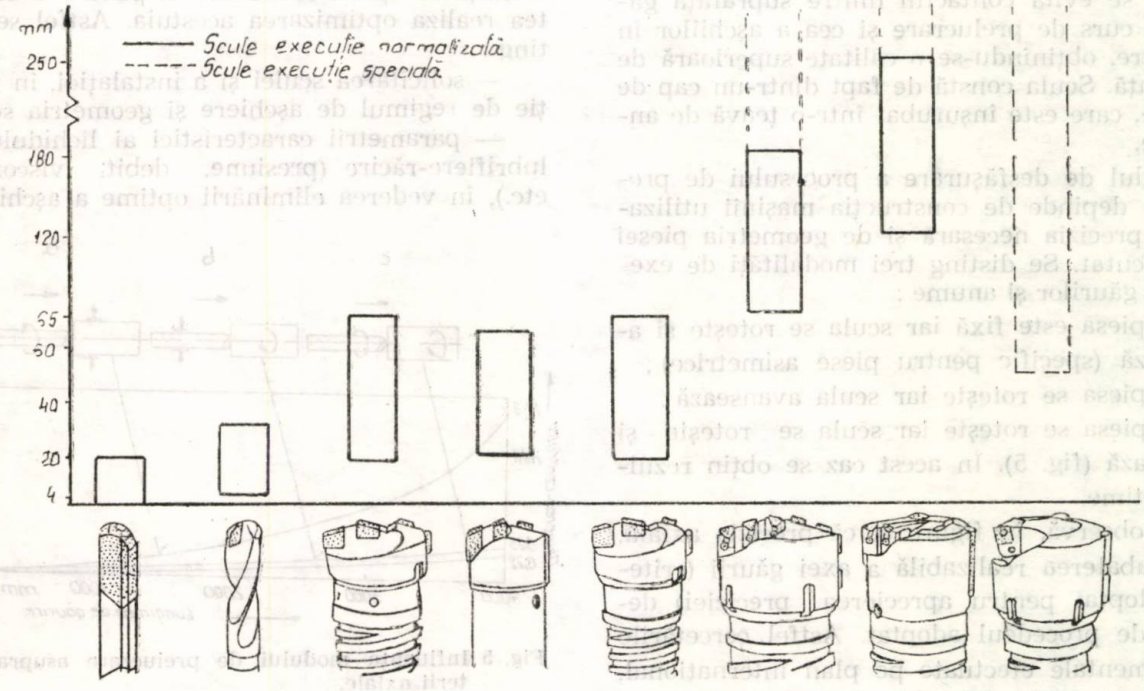


Fig. 3 Scule caracteristice pentru găurirea adîncă a găurilor de diverse diametre, după [11].

ghidată prin intermediul bucşei de ghidare, iar în continuare se autoghidează în gaura în curs de execuţie. Se ştie că elementul specific al procedeului BTA de găurire adîncă îl constituie faptul că aşchiile sînt dirijate spre interiorul sculei, de unde apoi sînt eliminate. Lichidul de lubrifiere-răcire trece printr-un cap (racord) de alimentare, care mai posedă, în plus, şi etanşarea elementelor rotative şi staţionare, precum şi ghidarea ţevii de găurire. Lichidul pompat în spaţiul inelar exterior, format de ţeava de găurire şi de peretele găurii, ajunge sub presiune la tăişul sculei, se întoarce prin interior antrenînd şi aşchiile prin capul de găurire şi barele de antrenare ale sculei la locul de deversare în bazin. În felul acesta, se evită contactul dintre suprafaţa găurii în curs de prelucrare şi cea a aşchiilor în retragere, obţinîndu-se o calitate superioară de suprafaţă. Scula constă de fapt dintr-un cap de găurire, care este înşurubat într-o ţeavă de antrenare.

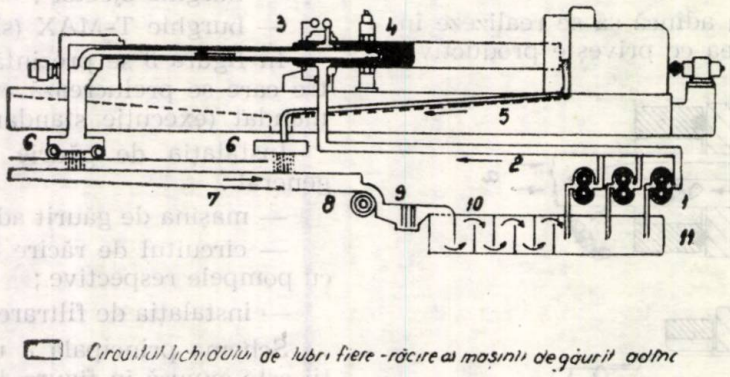


Fig. 4 Principiul de funcţionare a găuririi adînci.
1 — pompe ; 2 — conductă de presiune ; 3 — aparat de alimentare cu ulei ; 4 — cap de găurire ; 5 — evacuarea uleiului ; 6 — rezervor pentru şpan ; 7 — evacuare şpan ; 8 — tambur magnetic ; 9 — filtru magnetic ; 10 — sită ; 11 — rezervor de ulei.

Modul de desfăşurare a procesului de prelucrare depinde de construcţia maşinii utilizate, de precizia necesară şi de geometria piesei de executat. Se disting trei modalităţi de execuţie a găurilor şi anume :

— piesa este fixă iar scula se roteşte şi avansează (specific pentru piese asimetrice) ;

— piesa se roteşte iar scula avansează ;

— piesa se roteşte iar scula se roteşte şi avansează (fig. 5). În acest caz se obţin rezultate optime.

Se observă, în figura 5, că precizia axială, adică abaterea realizabilă a axei găurii (criteriul adoptat pentru aprecierea preciziei) depinde de procedeul adoptat. Astfel cercetările experimentale efectuate pe plan internaţional, pentru raportul critic $l/d = 1/100$, demonstrează superioritatea acestui ultim procedeu.

Pentru obţinerea unor găuri adînci, de anumite dimensiuni (diametru, lungime), precizie şi calitate de suprafaţă, este necesară execuţia următoarelor operaţii :

— găurirea în plin fără miez ;

— găurirea în plin cu miez (carotare) ;

— lărgirea ;

— alezarea ;

— roluirea.

Sculele necesare şi caracteristicile specifice acestor operaţii reies din tabelul 2.

Analiza unor condiţii de lucru specifice

Procedeul de găurire — ca orice proces tehnologic de aşchiere — necesită determinarea condiţiilor specifice de lucru, pentru a se putea realiza optimizarea acestuia. Astfel se disting :

— solicitarea sculei şi a instalaţiei, în funcţie de regimul de aşchiere şi geometria sculei;

— parametrii caracteristici ai lichidului de lubrifiere-răcire (presiune, debit, vîscozitate etc.), în vederea eliminării optime a aşchiilor.

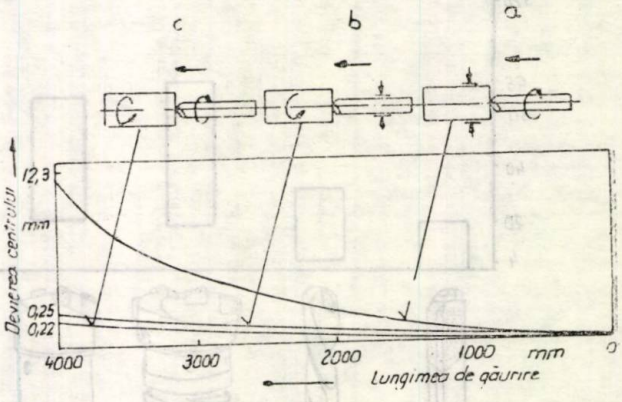
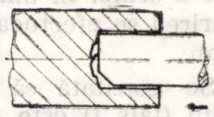
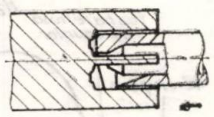
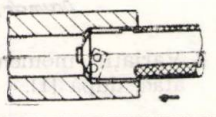
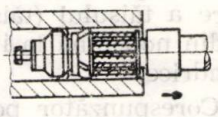
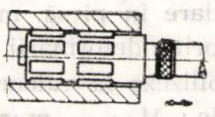


Fig. 5 Influenţa modului de prelucrare asupra abaterii axiale.
a — piesa fixă, scula se roteşte şi avansează ; b — piesa se roteşte, scula avansează ; c — piesa se roteşte, scula se roteşte şi avansează.

Caracteristici ale diverselor operații efectuate după procedeul BTA

Tabelul 2

Operația	Scula utilizată și modul de fixare a acesteia	Schița sculei	Clasa de precizie	Cîmp de toleranță	Rugozitate	Diametrul maxim al sculei	Observații
Găurire în plin (fără miez)	Sculă cu un tăiș ; se montează pe bare portsculă		ISO 9-10 (IT 9-10)	0,05—0,1 mm	R_a = = 1,6—2 μm	120 mm	
Găurire în plin (cu miez)	Capete de găurit inelare cu un singur tăiș (armat cu plăcuțe din carburi metalice) ; se montează prin filetare pe barele portsculă.		ISO 9 (IT 9)	0,05—0,1 mm	R_a = 3—5 μm	800 mm	— Diametrul miezului după execuția găurii este de cca 35—40% din diametrul găurii — Productivitate mai redusă în comparație cu cazul (1). — Se folosește pentru piese din oțeluri superioare.
Lărgire	Scule speciale de lărgire ; se montează pe bare portsculă		ISO 8 (IT 8)	0,01— 0,05 mm	R_a = 0,8—1 μm	1000 mm	
Alezare				∅D (H7—H8)			Operația are dublu scop : 1. finisarea găurii la dimensiunea finală 2. pregătirea suprafeței găurii în vederea roluirii
Roluire			ISO 7 (IT 7)		0,25—0,6 μm		

Considerații cu privire la solicitarea sculei. Geometria tipică a unui burghiu de găurire, adîncă, conform procedeului BTA, pentru găurirea în plin este prezentată în figura 6. Geometria muchiilor de tăiere se alege astfel, încît linia de acțiune a forțelor de așchiere rezultante să se afle între cele două muchii de ghidare. Repartizarea forțelor se poate urmări în figurile (6, b și 6, c). Pentru desprinderea așchiilor este necesară o mișcare relativă între sculă și piesă. Formarea așchiilor se datorește unor procese de deformare, de despicare și de frecare. Forțele de așchiere care solicită partea activă a sculei sînt preluate de mașinile-unelte, iar puterea necesară procesului de așchiere ține seama de aceste forțe și de viteza mișcării, în decursul procesului. **Componentele forței de așchiere** — F_z — sînt **forța principală** F_s, îndreptată în direcția de așchiere, **forța de avans** F_y, îndreptată în direcția avansului și **forța pasivă** F_p, care acționează în direcția axei.

În figura 6, c sînt reprezentate forțele ce acționează asupra sculei în planul de lucru și anume : în pragurile de ghidare acționează forțele normale N_I și N_{II}, precum și cele de frecare R_I, R_{II}, care sînt îndreptate tangențial față de aceste praguri și dispuse în sens opus direcției de mișcare.

Mișcarea de rotație a sculei se definește prin momentul de burghiere M_z, în vederea învingerii momentului de așchiere M_s și a celui de frecare M_R :

$$\overline{M}_z = \overline{M}_s + \overline{M}_R$$

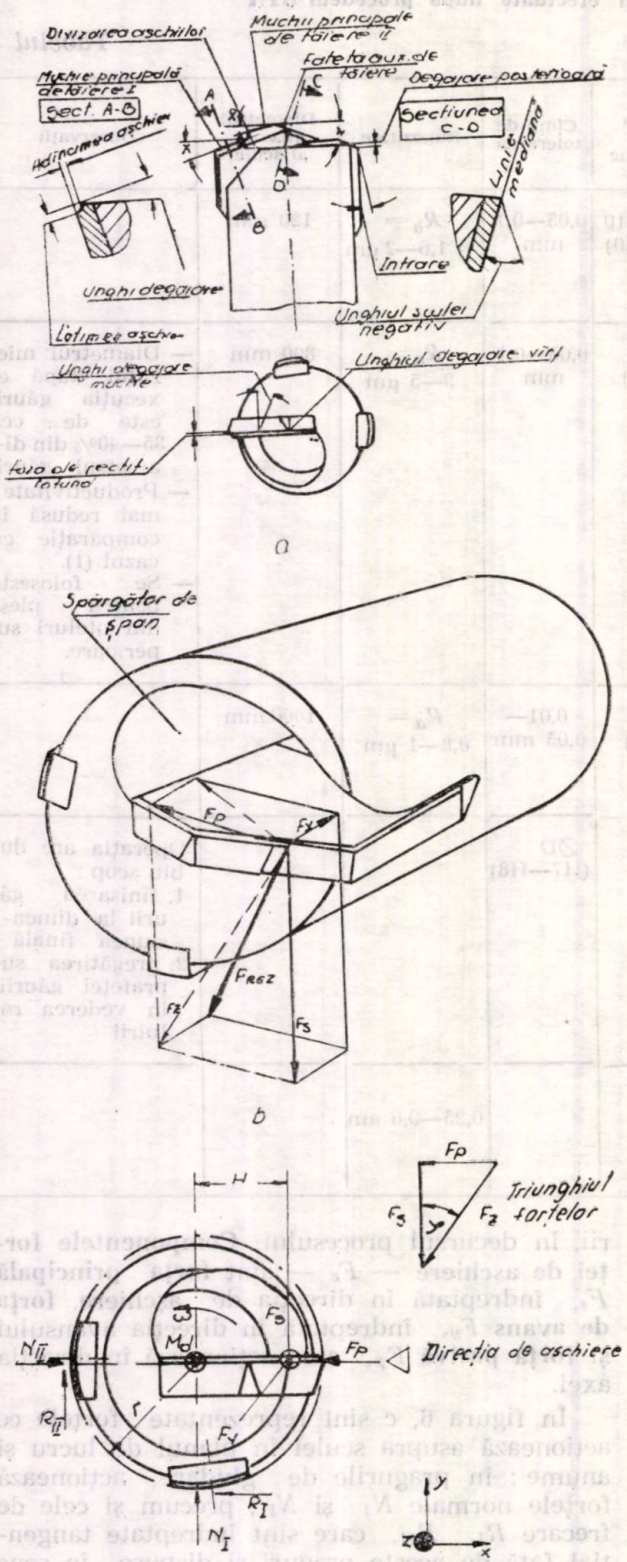


Fig. 6 Geometrie, forțele și momentele caracteristice unui burghiu de găurire adîncă, după [6].

a — denumirea fațetelor de tăiere, fazelor și unghiurilor în cazul unui burghiu cu un tăiș pentru găurire adîncă ; b — forțele ce acționează asupra unui burghiu la găurirea în plin ; c — forțe și momente care acționează asupra unui burghiu de găurire adîncă.

unde :

$$M_R \approx 0{,}3\, M_s \approx 0{,}25\, M_z$$

Din analiza diagramei momentului necesar burghierii, rezultă fazele succesive specifice, **în decursul procesului de atac și de pătrundere a sculei în materialul piesei** (fig. 7) cînd găurirea se efectuează cu turație și viteză constante.

Se constată că porțiunea interioară a tăișului (tăiș I) este prima angajată în așchiere, momentul corespunzător fiind ascedent pînă se ajunge la întreruperea tăișului. În conti-

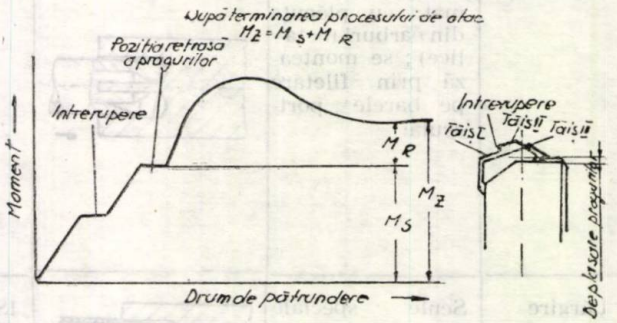


Fig. 7 Variația momentului în timpul procesului de atac, după [1].

nuare momentul rămîne constant, pînă ce va intra în procesul de așchiere porțiunea următoare a tăișului (tăiș II), cînd momentul crește din nou pînă la intrarea în acțiune a fațetei cilindrice.

Corespunzător poziției retrase a pragurilor de ghidare, apare din nou un moment constant pentru ca odată cu pătrunderea pragurilor de ghidare în piesă, momentul necesar să scadă datorită deformării plastice — și apoi să se stabilizeze la valoarea $M_d (M_d = M_{dA} + M_{dR})$ unde : M_{dA} — moment de așchiere și M_{dR} = moment de frecare în praguri, cu valorile :

$$M_{dA} = F_s \cdot H$$

$$M_{dR} = R_I r + R_{II} r, \text{ iar } R_I = N_I \cdot \mu_L$$

$$R_{II} = N_{II} \cdot \mu_L$$

unde μ_L este un coeficient mediu de frecare între pragurile de ghidare și peretele găurii, care conform cercetărilor unanim acceptate are o valoare de circa 0,25 (pentru frecare între carburi metalice P 20 și oțelul OLC 60).

Forța rezultantă — F_z — depinde, în urma compunerii forțelor F_s și F_p, și de unghiul φ dintre acestea și anume :

$$\varphi = \frac{t \cdot 2}{T}$$

în acest fel definindu-se unghiul de fază, unde t = timpul, T = perioada, sau :

$$\cos\varphi = \frac{F_s}{F_z}; \quad \sin\varphi = \frac{F_p}{F_z}$$

Valorile pentru avans și viteza de așchiere diferă în funcție de diversele procedee de prelucrare, specifice găurii adînci. Astfel, burghiele elicoidale și late necesită viteze de așchiere

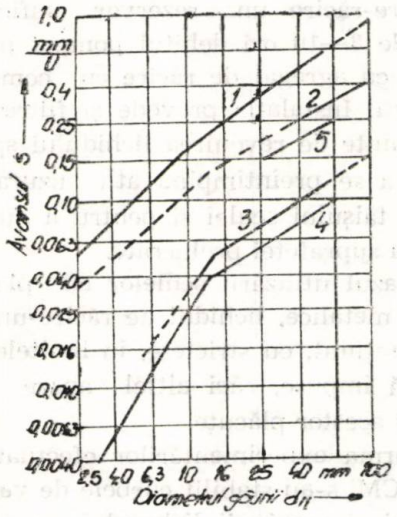


Fig. 8 Valori orientative pentru avans și viteza de așchiere în procesul de găurire adîncă (exemplu OLC 45), după [1].

1 — burghiu elicoidal (v = 20 m/min) ; 2 — burghiu lat ; 3 — scula pentru găurire adîncă BTA (v = 80 m/min) ; 4 — sculă mono-tăiș cu evacuarea spre exterior a așchiilor (v = 100 m/min) ; 5 — sculă- (v = 60 m/min).

să fie mic, la găurirea adîncă, pentru a se realiza așchii subțiri și pentru a ușura transportul continuu de așchii. Viteza de așchiere, în schimb, depinde în mare măsură de calitatea materialului de prelucrat și de efectul acestuia asupra uzurii muchiilor de așchiere, precum și de raportul caracteristic d/l al găurii de executat.

Sculele cu diametre mari nu pot asigura evacuarea căldurii în aceeași măsură ca acelea cu diametre mici. De aceea, asigurarea unei durabilități convenabile a sculei pretinde adoptarea unor viteze de așchiere mai reduse, pentru sculele cu diametre mari față de cele cu diametre mai mici. Pentru determinarea avansului optim de prelucrare, la efectuarea operației de găurire adîncă, este necesar a se ține seama de :

— forma așchiei (pentru a fi cît mai ușor evacuată) ;

— momentul de găurire (care crește direct proporțional cu avansul) ;

— stabilitatea sculei, pentru a nu se depăși valoarea avansului critic care poate provoca vibrații cu efecte nedorite (uzura prematură a sculei, spărtura tăișului sculei etc.) ;

— calitatea obținută a găurii prelucrate.

După unele teorii actuale [8], găurirea adîncă trebuie neapărat considerată și găurire de precizie, iar gradul de precizie se apreciază prin abaterea axei de găurire față de cea teoretică.

Acest grad de precizie, cît și eficiența găuririi adînci se îmbunătățesc prin mărirea sta-

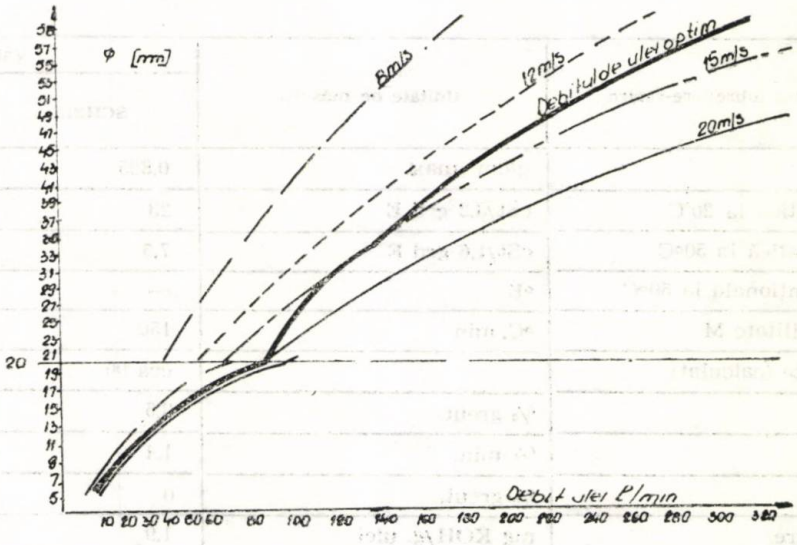


Fig. 9 Curba debit lichid răcire-lubrefiere în funcție de viteza de prelucrare și de diametru, după [6].

reduse, dar avansuri mari, în timp ce, pentru găurirea adîncă, se folosesc viteze mari de așchiere și avansuri mici (fig. 8). Avansul trebuie

bilității dinamice a procesului, ceea ce se realizează prin amortizarea vibrațiilor de torsiune.

În mod curent se folosesc, în prezent, **principiul de amortizare Lancaster — Tibo,** care se bazează în special pe frecarea dintre masa amortizoare și coada sculei și varianta constructivă **tip Gebr. Heller, Bremen** care interpune între elementele de frecare un strat intermediar dintr-un material elastic (de exemplu cauciuc).

O importanță cu totul deosebită trebuie acordată, în decursul prelucrării găurilor adînci, **lichidului de lubrifiere — răcire.** Determinarea teoretică a debitului lichidului de răcire și ungere, în funcție de diametrul de prelucrat și de regimul de așchiere, pentru cazul găuririi din plin [6], este reprezentată în figura 9. Se deduce că debitul de lichid, ca de altfel și presiunea acestuia, depind de dimensiunile sculei; aceste elemente caracteristice ale lichidului de lubrifiere-răcire sînt invers proporționale și anume: pentru diametre reduse este necesară o cantitate mică de ulei cu o presiune ridicată, în timp ce pentru diametrele mari se impune o presiune mai redusă dar debit mai mare de ulei.

Lichidele utilizate sînt uleiuri minerale, neemulsionabile, aditivate, pentru a reduce uzura, (cu substanțe pe bază de clor, sulf și combinații de fosfor.

Conform STAS 10362-75, uleiurile P 4 utilizate pentru prelucrarea metalelor se fabrică în trei variante. Pentru acest fel caracteristic de prelucrare (**găuri adînci,** broșare, danturare etc.), se recomandă uleiul tip P 4 C 1, care necesită o temperatură de regim între 35—55°C și o finețe a filtrării de 0,01 mm.

Proprietățile caracteristice impuse prin acest standard, comparativ cu cele ale firmei SHELL, se pot urmări în tabelul 3. Pentru a se asigura temperatura de lucru în limitele recomandate, se folosește pentru lichidul de lubrifiere-răcire un rezervor suficient de mare (de 8—10 ori debitul pompat pe minut), echipat cu agregat de răcire cu comandă termostatică. Instalația prevede și filtre magnetice, înainte de revenirea lichidului spre sculă, pentru a se preîntîmpina atît uzura pompei, cît și a tăișului sculei și pentru a nu periclita calitatea suprafeței prelucrate.

În cazul utilizării sculelor cu plăcuțe de carburi metalice, lichidul de răcire-ungere trebuie menținut, cu strictețe, în limitele de temperatură impuse, căci altfel apare pericolul fisurării acestor plăcuțe.

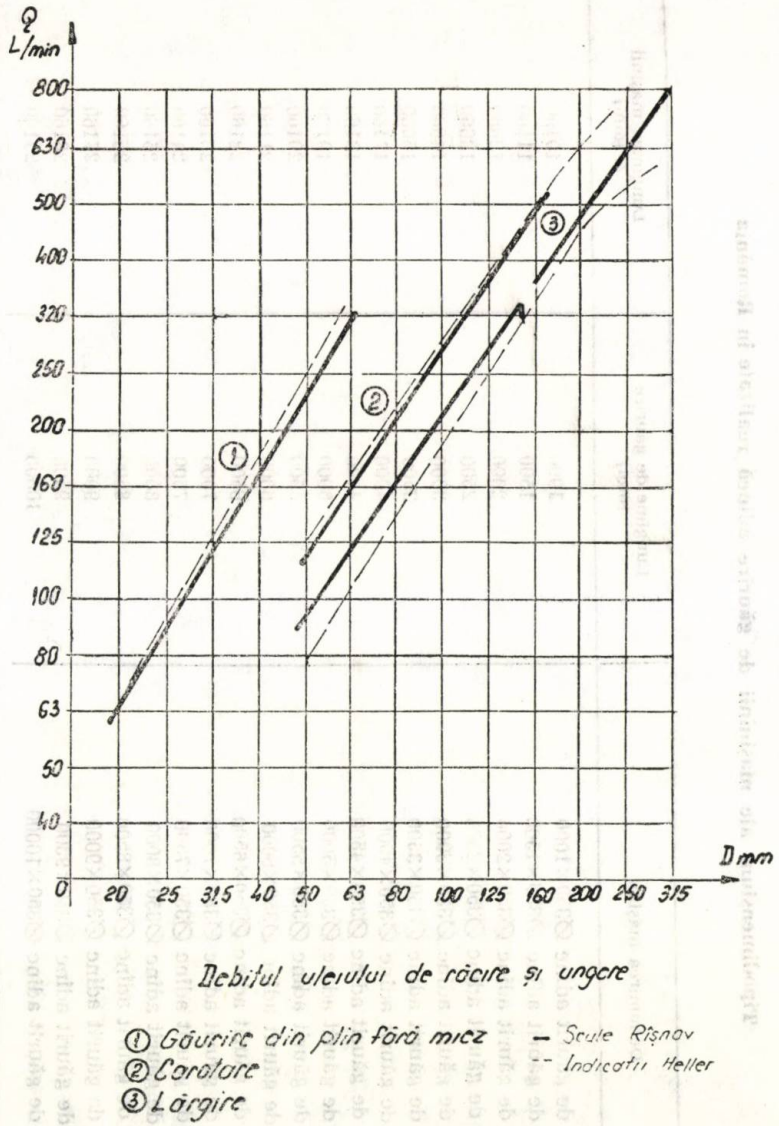
În urma experimentărilor efectuate de către ICTCM, s-au stabilit curbele de variație ale debitului și presiunii lichidului, în funcție de diametrul sculei, care — după cum se poate deduce din figura 10 — corespund cu cele recomandate în literatura de specialitate.

Comparația proprietăților caracteristice ale lichidului de răcire-lubrifiere SHELL cu normele STAS

Tabelul 3

Caracteristici lichid lubrefiere-răcire	Unitate de măsură	Valori conform :	
		SCHELL	STAS 10362/75 P4C1
Densitate la 15°C	g/cm³ max.	0,885	0,910
Vîscozitate cinematică la 20°C	cSt/3,2 grd E	23	—
Vîscozitatea cinematică la 50°C	cSt/1,6 grd E	7,5	10,5 ... 15,0
Vîscozitatea convențională la 50°C	°E	—	(1,9 ... 2,3) *
Punct de inflamabilitate M	°C, min	150	140
Index de vîscozitate (calculat)		cca 90	—
Sulf	% greut.	3,5	—
Sulf activ	% min.	1,4	1,8
Clor	% greut.	0	—
Cifră de neutralizare	mg KOH/g. ulei	1,9	—
Cifră de saponificare	mg KOH/g. ulei min.	6,5	12
Punct de congelare	°C, Max.	—15	—20
Rezistență la presiuni ridicate pe mașina cu 4 bile, încărcare maximă fără sudură	daN	550 ... 600	700

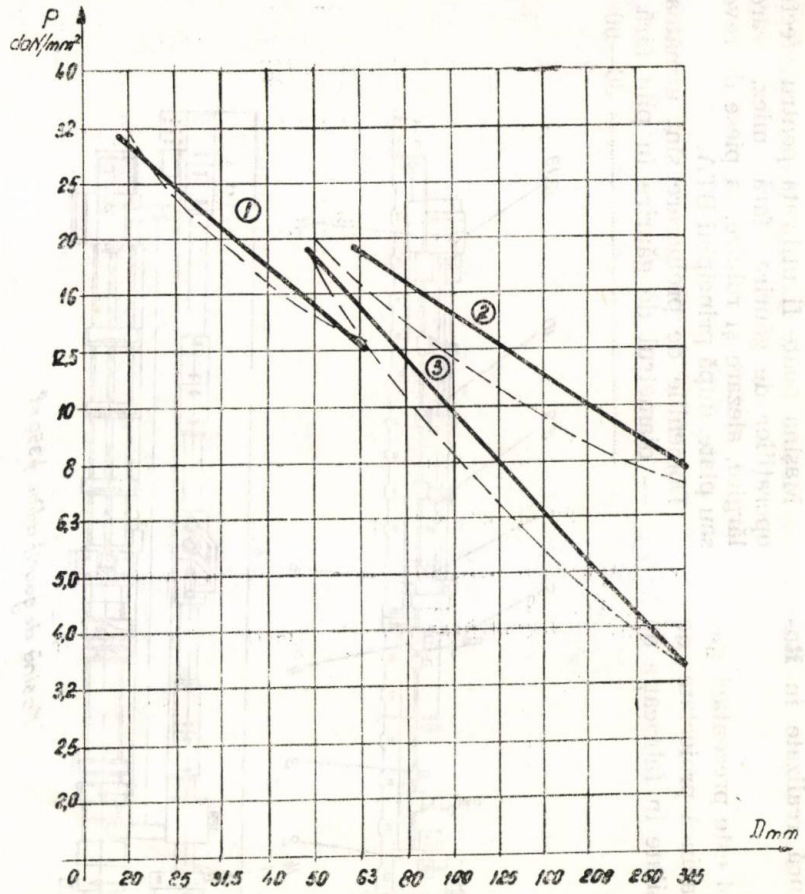
*) informativ



Debitul uleiului de răcire și ungere

① Găurire din plin fără miez — Scule Rișnov
② Caratare -- Indicații Heller
③ Lărgire

a



Presiunea uleiului de răcire și ungere

① Găurire din plin fără miez — Scule Rișnov
② Caratare -- Indicații Heller
③ Lărgire

b

Fig. 10 Curba de variație a debitului și presiunii lichidului de răcire-lubrefiere în funcție de diametru (rezultate experimentale ICTCM).

Mașini de găurire adîncă realizate în România

În figura 11 și tabelul 4 este prezentată gama de mașini de găurire adîncă proiectate de ICTCM. București și asimilate în fabricația de serie la I. „1 Mai" Ploiești.

Mașina poate fi utilizată pentru efectuarea operațiilor de găurire fără miez, carotare, lărgire, alezare și roluire, la piese de revoluție sau plate, după principiul BTA.

Domeniile de prelucrare sînt următoarele :

— diametrul de găurire în plin fără miez ..... 30—60 mm ;

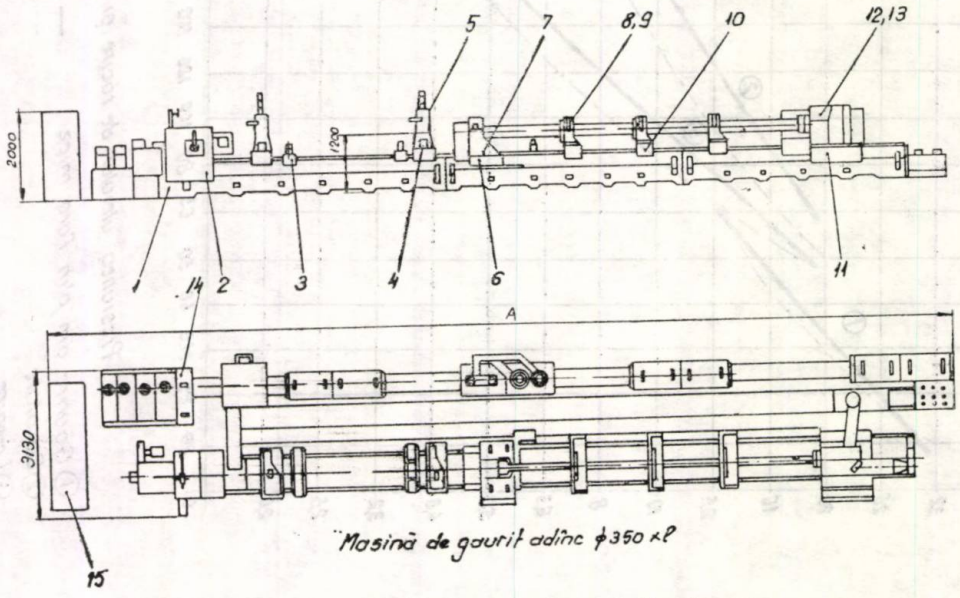


Fig. 11 Mașină de găurire adîncă (proiect I.C.T.C.M.).

1 — batiu ; 2 — mecanism rotire piesă ; 3 — suport piesă ; 4 — suport cu role piesă ; 5 — lunetă piesă ; 6 — sanie aducțiune ulei ; 7 — lagăr aducțiune ulei ; 8 — lunetă-bară ; 9 — lunetă-bară rotitoare ; 10 — sanie port-lunetă ; 11 — sanie avans ; 12 — cap fixare bară ; 13 — mecanism rotire sculă ; 14 — instalație pompare, filtrare, răcire ; 15 — instalație electrică.

Tipodimensiuni ale mașininii de găurire adîncă realizate în România

Denumirea mașinii	Lungime de găurire [mm]	Lungimea mașinii *A* [mm]
Mașină de găurit adînc ∅350×1000	1000	10160
Mașină de găurit adînc ∅350×1500	1500	11160
Mașină de găurit adînc ∅350×2000	2000	12660
Mașină de găurit adînc ∅350×2500	2500	13660
Mașină de găurit adînc ∅350×3000	3000	14660
Mașină de găurit adînc ∅350×3500	3500	15660
Mașină de găurit adînc ∅350×4000	4000	17160
Mașină de găurit adînc ∅350×4500	4500	18160
Mașină de găurit adînc ∅350×5000	5000	19160
Mașină de găurit adînc ∅350×5500	5500	20160
Mașină de găurit adînc ∅350×6000	6000	21160
Mașină de găurit adînc ∅350×6500	6500	22160
Mașină de găurit adînc ∅350×7000	7000	23160
Mașină de găurit adînc ∅350×7500	7500	24160
Mașină de găurit adînc ∅350×8000	8000	25160
Mașină de găurit adînc ∅350×8500	8500	26160
Mașină de găurit adînc ∅350×9000	9000	27160
Mașină de găurit adînc ∅350×9500	9500	28160
Mașină de găurit adînc ∅350×10000	10000	29160

— diametrul de găurire în plin cu miez (carotare) ..... 60—150 mm ;
— diametrul maxim de lărgire, alezare și rolare ..... 350 mm.

Batiul mașinii este de construcție modulară, permițînd realizarea de mașini de găurit pentru lungimi de găurire de la 1000 la 10.000 mm, conform tabelului 4.

Accesoriile normale cu care este echipată mașina permit execuția operațiilor amintite anterior. Mașina mai este prevăzută cu echipament de afișare a cotei, precum și cu echipament de strunjire necesar pregătirii pieselor în vederea găuririi adînci.

Acționarea mașinii se efectuează cu motoare de curent continuu, care permit realizarea plajelor continue de variație a parametrilor respectivi, în condițiile unei cinematici simplificate, care ridică gradul de fiabilitate a mașinii.

Mașina este prevăzută cu echipamente de protecție la suprasarcini cum sînt : traductorii de limitare a forței de găurire și de strîngere, sesizori de control și reglare a temperaturii agentului de răcire, sisteme de filtrare fină a impurităților metalice și nemetalice, posibilități de reglare a debitului și presiunii lichidului de răcire etc. Toate acestea contribuie la materializarea condițiilor impuse prelucrării găurilor adînci și asigură fiabilitatea și productivitatea ridicată a acestor mașini, ceea ce răspunde cerințelor actuale ale industriei noastre constructoare de mașini.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Sauer, L., Ionescu, Christa :* Găurirea adîncă, Editura Tehnică, București, 1982.
[2] *Lăzărescu, I. D. :* Teoria așchierii metalelor și proiectarea sculelor. Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1966.
[3] *Lăzărescu, I. D. :* Calculul și construcția sculelor așchietoare, Ed. Tehnică, București, 1962.
[4] *Dumitraș, C., Militaru, C. :* Așchierea metalelor și fiabilitatea sculelor așchietoare, Ed. Tehnică, București, 1983.
[5] *Balakșin, B. S.* : Teoria i Praktika Tehnologii Mașinostronie, Tehnologhia stankostroenia, (v. 1), Osnovi tehnologhii mașinostroenia (v. 2), Ed. Mașinostroenie, Moscova, 1982.
[6] *Greuner, B.* : Beitrag zur Frage der Kräfte an Schneide und Führungsleisten an einshneidigen hartmetallbestückten Tiefbohrwerkzeugen — Dissertation an der Technischen Universität Hannover zur Erlangung des Grades Doktor-Ingenieur, 1970 (Eforturi în decursul prelucrării găurilor adînci în metale dure).
[7] *Streicher, P. :* Tiefbohren der Metalle, Vogel Verlag, Würtzburg 1975 (Prelucrarea găurilor adînci în metale).
[8] *Stürenburg, H. O.* : Retragerea sculei în cazul găuririi adînci (lb. germană), în revista „Technisches Zublatt praktischer Metallbearbeitung", Vol. 77, Nr. 6—1983, pg. 34—37.
[9] *Braband, G. ș.a.* : Scule de prelucrare adîncă folosite la Combinatul VEB din Schmalkalden (l. germană), în revista „Metallverarbeitung" Nr. 6—1983, pag. 164—166.
[10] *Potvin, D. E. ș.a. :* Hang — On System Adds Grindrilling Capability to your machine, în revista „Machining and Tool", vol. 74, 1982, nr. 12, pg. 58—61.
[11] *x x x :* Firma SANDVIK — Scule de găurit COROMANT (Prospecte în limba română și germană).
[12] *x x x :* Firma HELLER BREMEN — Heller Gun Drills — BTA (prospect în lb. engleză).
[13] *x x x :* Firma HELLER BREMEN — Găurire BTA (prospect în lb. română).

CZ : 621.795

Tehnologii de finisare a suprafețelor prin vibrare

Ing. Iolanda **RISTEA**, subing. Adrian **NEAGU** – I.C.T.C.M. București

În întreprinderile constructoare de mașini un număr însemnat de piese se realizează prin operații de prelucrare mecanică. Piesele în urma operațiilor de prelucrare mecanică prezintă bavuri și muchii vii.

Bavurile sînt acumulări nedorite de material, care apar la muchiile pieselor în timpul execuției și care strică geometria ideală a piesei.

Bavurile au diverse forme și mărimi, în funcție de operația de prelucrare la care a fost supusă piesa și de materialul din care este confecționată. Tipuri de bavuri sînt prezentate în figura 1.

Operațiile principale de prelucrare mecanică în urma cărora rezultă bavuri sînt :
— strunjirea ;
— găurirea ;
— frezarea ;
— rabotarea ;
— broșarea ;
— rectificarea ;
— ștanțarea etc.

Prezența bavurilor și a muchiilor vii influențează, în special, asupra funcționării acestor piese, în cadrul subansamblului utilajului pentru care au fost realizate.

Din acest motiv, s-a impus necesitatea înlăturării bavurilor și a muchiilor vii ale pieselor prin operația de debavurare. Scopul operației de debavurare este prezentat schematic în figura 2.

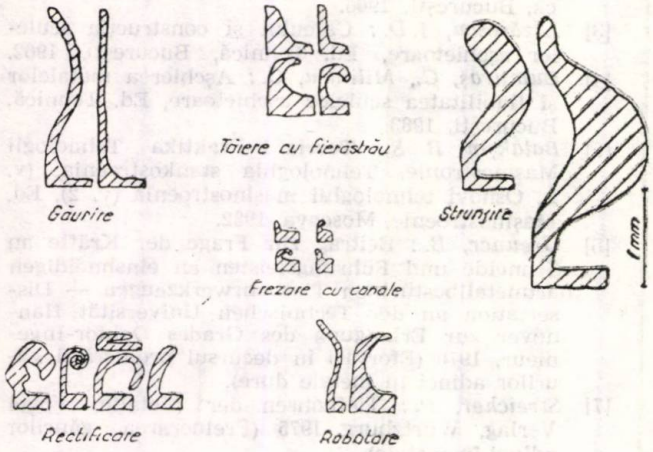


Fig. 1 Profile în secțiune la procedeele de execuție prin așchiere.

Pentru îndepărtarea bavurilor există diverse procedee mecanice și mecano-chimice, ca :

— debavurări cu scule așchietoare .
— debavurări prin periere ;
— debavurări cu benzi abrazive .
— debavurări prin tobare ;
— debavurări prin vibrații ;
— debavurări prin impact.

Metodele manuale sau semimecanizate de debavurare prin pilire, polizare sau periere au un consum mare de manoperă, cu o productivitate mică și implicit un preț de cost mai ridicat.

Metodele de debavurare a pieselor în vrac au productivitate ridicată, cu un consum mic de manoperă și, deci, un preț de cost mult mai scăzut.

Procedeul de debavurare mecano-chimic prin vibrare, realizează o tocire a bavurilor pieselor. Această tocire a bavurilor este rezultatul acțiunii forțelor de frecare ce intervin între piese și corpurile abrazive, în timpul funcționării utilajului. Eficacitatea procesului se mărește prin adăugarea componentului chimic care are rolul de a spăla piesele și corpurile abrazive, îndepărtînd așchiile metalice rezultate din diminuarea bavurilor.

Completul piese-corpuri abrazive-compuși chimici se introduce în cuva unui utilaj de debavurare prin vibrații.

Capacitatea de debavurare depinde de :

— natura materialului din care este confecționată piesa ;
— greutatea specifică a corpului abraziv ;
— amplitudinea și frecvența vibrațiilor ;
— coeficientul de umplere a rezervorului ;
— compoziția soluției chimice.

În procesul de debavurare mecano-chimic prin vibrații, piesele din oțel, cupru, alamă și aluminiu se comportă diferit, în funcție de materialul din care sînt confecționate. De exemplu, durata procesului de debavurare variază astfel :

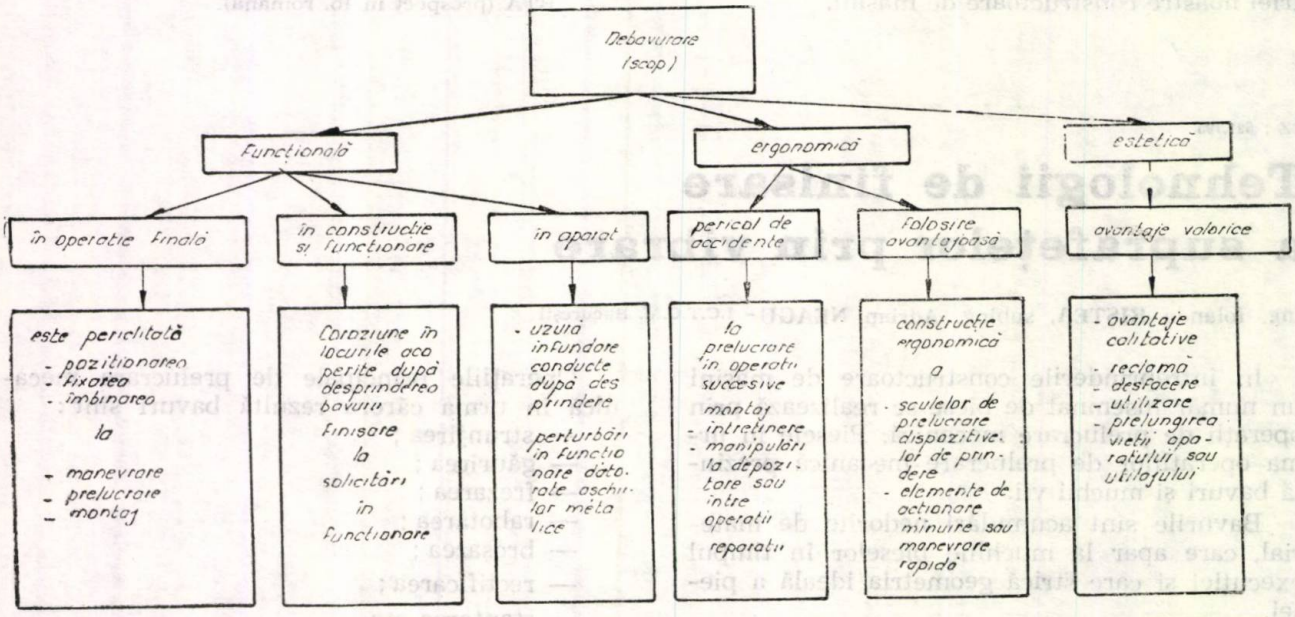


Fig. 2 Scopul debavurării.

— piese din oțel — 2—4 ore/șarjă ;
— piese din alamă, cupru — 1—3 ore/șarjă;
— piese din aluminiu — 1—2 ore/șarjă.

Greutatea specifică, mărimea și forma (geometria) corpurilor abrazive folosite în procesul de debavurare sînt influențate de configurația și materialul pieselor, astfel :

— piesele cu suprafețe deschise necesită corpuri abrazive mari ;

— piesele cu suprafețe închise necesită corpuri abrazive de dimensiuni mici .

— pisele confecționate din materiale moi (cupru, aluminiu, etc.) necesită corpuri abrazive cu unghiuri mari ;

— piesele confecționate din materiale dure (oțel) — necesită corpuri abrazive cu unghiuri ascuțite.

Influența accelerației și amplitudinii vibrațiilor instalației de debavurare se manifestă astfel : dacă frecvența oscilațiilor crește, crește și viteza de debavurare. Acțiunea de creștere a frecvenței care influențează favorabil debavurarea este limitată. O creștere a amplitudinii determină, de asemenea, o mărire a capacității de debavurare.

Corpurile abrazive și piesele trebuie să umple rezervorul pînă la 60—80% din capacitatea lui. Raportul dintre piesă și corp abraziv trebuie să fie de 1/2 pînă la 1/6.

Componentul chimic trebuie să îndeplinească o serie de proprietăți pentru a îndeplini rolul ce îi este consacrat, în cadrul procesului de debavurare mecano-chimic și anume : degresare, spălare, împiedicarea coroziunii și îmbunătățirea calității suprafeței pieselor.

Pentru elaborarea tehnologiilor de finisare prin vibrare a diverselor piese se fac experimentări în care se studiază :

— forma și tipul corpului abraziv ;

— compoziția componentului chimic ;

— durata procesului,

pentru parametri constanți ca frecvența și amplitudinea vibrațiilor.

Pentru exemplificare, prezentăm rezultatele experimentărilor efectuate pentru stabilirea tehnologiei de debavurare a ecliselor pentru lanțurile cu role, și anume a ecliselor tip 24A și tip SLP-38, confecționate din oțel.

Experimentările au fost efectuate în următoarele condiții :

— utilaj :

— vibrator TROWAL — circlon tip CS/CA 340 ;
— capacitate totală — 340 l ;
— putere — 7,5 kW ;
— numărul de ture — 900—1500 rot/min ;

— materialul abraziv :

— masă ceramică de formă prismatică cu baza triunghiulară, tip DPC—11, fabricată de SINTEROM — Cluj

— componentul chimic utilizat are următoarea compoziție :

— fosfat trisodic tehnic — 9 g/l ;
— azotit de sodiu tehnic — 1 g/l ;
— detergent pentru metale DE—2 — 0,1 g/l ;
— apă — pînă la 1 l.

Pentru urmărirea procesului de debavurare, s-au efectuat măsurări inițiale ale înălțimii bavurii și apoi, în timp, după 1, 2, 3, 4 ore.

Rezultatele experimentărilor sînt prezentate grafic în figurile 3 și 4, unde se observă că eclisele tip SLP prezintă bavuri mai mari decît cele tip 24 A. Urmărind desfășurarea

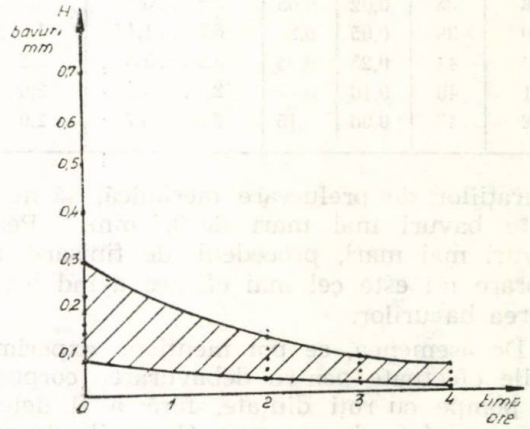


Fig. 3 Reprezentarea grafică a variației înălțimii bavurilor în timp pentru eclisele tip 24 A.

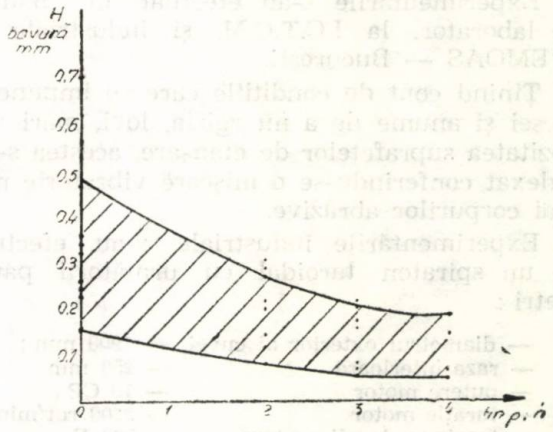


Fig. 4 Reprezentarea grafică a variației înălțimii bavurilor în timp pentru eclisele tip SLP-38.

procesului de debavurare se observă că, în medie, pentru eclisele tip SLP, după 3 ore, diminuarea bavurii este de 50 % ; la 4 ore mai scade cu 9 % ajungînd în final la 41 % din înălțimea inițială. Deci, după 3 ore eficacitatea procesului începe să scadă intrînd pe palier.

Experimentările efectuate au stabilit pentru procesul de debavurare 3 ore ca timp optim. De asemenea, se va urmări ca, în urma

Rezultatele experimentărilor efectuate asupra corpurilor de pompe cu roți dințate

Tabelul 1

Nr. crt.	Nr. piesă	SITUAȚIE INIȚIALĂ				Durata procesului de debavurare	SITUAȚIE FINALĂ			
		Bavuri [mm]		Rugozitate [mm]			Bavuri [mm]		Rugozitate [mm]	
		Fața A	Fața B	Fața A	Fața B		Fața A	Fața B	Fața A	Fața B
1	31	0,02	0,03	2,5 ... 3	2,5 ... 3	30'/față	—	—	1,1 ... 1,3	1,3 ... 1,6
2	33	0,02	0,05	2,4 ... 2,7	2,2 ... 2,7	20'/față	—	—	1,1 ... 1,6	1,3 ... 1,7
3	32	0,07	0,05	2,5 ... 2,8	2,5 ... 2,8	15'/față	—	—	1,7 ... 2,2	1,9 ... 2,4
4	37	0,01	0,22	2,6 ... 2,9	2,3 ... 2,8	30'/față	—	—	1,4 ... 1,8	1,2 ... 1,5
5	38	0,18	0,01	3,4 ... 3,5	2,6 ... 2,8	20'/față	—	—	1,5 ... 2	1,2 ... 1,7
6	36	0,05	0,11	2,3 ... 2,7	1,9 ... 2,3	15'/față	—	—	1,6 ... 1,8	1,3 ... 1,7
7	34	0,04	0,2	2,3 ... 2,5	1,8 ... 2	30'/față	—	—	1,1 ... 1,3	0,9 ... 1,5
8	35	0,02	0,05	2,5 ... 3	2,1 ... 2,2	20'/față	—	—	1,8 ... 2	1,2 ... 1,6
9	39	0,05	0,2	0,8 ... 1,15	1 ... 1,5	15'/față	—	—	1 ... 1,15	1 ... 1,15
10	44	0,25	0,05	3,2 ... 3,8	2,2 ... 2,7	30'/față	—	—	1,5 ... 2	1,3 ... 1,6
11	46	0,16	0,10	2,7 ... 3,3	2,6 ... 3,3	20'/față	—	—	1,6 ... 1,8	1,8 ... 2
12	47	0,06	0,15	2,9 ... 3,7	2,9 ... 3,5	15'/față	—	—	2,2 ... 2,3	2,3 ... 2,5

operațiilor de prelucrare mecanică, să nu rezulte bavuri mai mari de 0,3 mm. Pentru bavuri mai mari, procedeul de finisare prin vibrare nu este cel mai eficace avînd loc îndoirea bavurilor.

De asemenea, se pot menționa experimentările efectuate pentru debavurarea corpurilor de pompe cu roți dințate, fără a fi deteriorată suprafața de etanșare. Corpurile de pompe sînt confecționate dintr-un aliaj de aluminiu.

Experimentările s-au efectuat în condiții de laborator, la I.C.T.C.M. și industriale la IREMOAS — București.

Ținînd cont de condițiile care se impuneau piesei și anume de a nu zgîria, lovi, mări rugozitatea suprafețelor de etanșare, acestea s-au îndexat conferindu-se o mișcare vibratorie numai corpurilor abrazive.

Experimentările industriale s-au efectuat pe un spiraton taroidal cu următorii parametri :

— diametrul exterior al cuvei — 1900 mm ;
— raza interioară — 250 mm ;
— putere motor — 10 CP ;
— turație motor — 2200 rot/min ;
— tensiune de alimentare — 380 V.

Materialul abraziv s-a folosit sub formă de conuri din rășină epoxidică, în care a fost dispersat — sub formă de pulbere — materialul abraziv, fabricat de cooperativa ARRUBIUM — Măcin, județul Tulcea.

În acest caz, drept agent chimic, s-a folosit numai apă, deoarece rășina epoxidică din conuri, în timpul procesului de debavurare, se erodează și formează o ușoară spumă care acționează ca un slab lubrifiant între materialul abraziv și suprafața piesei.

Pentru urmărirea procesului de finisare, s-au făcut măsurări inițiale și pe parcurs ale înălțimii bavurilor și ale rugozității medii a suprafeței de etanșare a corpului de pompă.

Rezultatele experimentărilor sînt prezentate în tabelul 1. Din tabel se observă că bavurile sînt îndepărtate complet, iar rugozitatea este diminuată.

Din exemplele prezentate, se observă că pentru fiecare tip de piesă trebuie studiate și făcute experimentări pentru a se stabili condițiile specifice de desfășurare a tehnologiei de finisare, precum și tipul de utilaj necesar pentru realizarea procesului de finisare prin vibrare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Schäfer, F.* : ENTGRATEN — Teorie, Verfahren, Anlagen. 1975, Krausskopt — Verlag — Mainz.

[2] *Trowal* : Abrasive Finising.

[3] *Kunz, P.* : L'ébavurage automatique des arbres à cames — GALVANO—ORGANO — 1982, nr. 528, pag. 768.

[4] *Dreher, M.* : Gleitschleifen und Trommeln — Galvanotechnik, 1980, nr. 71, pag. 850.

[5] *Podesta, D.* : Effects of the parameters of abrasive grains on metal removal rates in loose abrasive systems, Finisching Industrie, 1978, nr. 2, pag. 21—29.

CZ : 621.795

Instalații toroidale pentru finisarea suprafețelor prin vibrare

Ing. Daniel—George **VASILESCU** — I.C.T.C.M. București
Dr. ing. Radu I. **IATAN**, dr. ing. Marius **MUNTEANU** — Institutul politehnic București

În general, lucrările de finisare a suprafețelor metalice sînt mari consumatoare de manoperă, materiale, energie și timp. Pentru piese de forme complicate, fie ele obținute prin turnare, forjare, prelucrări mecanice, un număr important de ore (uneori depășindu-l pe cel afectat execuției) trebuie afectat operațiunilor de îndepărtare a bavurilor și lustruire. Lucrările de finisare a suprafețelor necesită, în mare măsură, forțe de muncă de înaltă calificare, verificări ciclice ale piesei, reveniri asupra unor zone etc. În cursul lucrului sînt folosite unelte și materiale scumpe, greu sau chiar imposibil de recuperat după depășirea unui anumit grad de uzură.

Iată cîteva aspecte care explică proliferarea mijloacelor mecanice de finisare a suprafețelor, utilaje cu randamente și productivitate incomparabil mai mari decît ale metodelor clasice.

Între utilajele curent folosite menționăm :

— tobele rotitoare cu unul, două sau chiar trei grade de libertate, cu axe orizontale sau verticale, folosind materiale de finisare într-un spectru extrem de larg, de la praf de corindon pînă la făină de lemn ;

— finisarea în pat fluidizat de pulberi abrazive ;

— debavurarea prin metode chimice și/sau electrochimice ;

— debavurarea prin efect termomecanic etc.

Fără a avea pretenția de a fi exhaustivă, schema din figura 1 prezintă o serie de modalități de realizare a finisării suprafețelor metalice. Este ușor de observat că variantele constructive sînt amplu interconectate, existînd vaste posibilități de structurare a diferitelor nivele tipodimensionale și tehnologice. Adăugînd la acestea și paleta extrem de largă de materiale abrazive, granulații, fluide de lu-

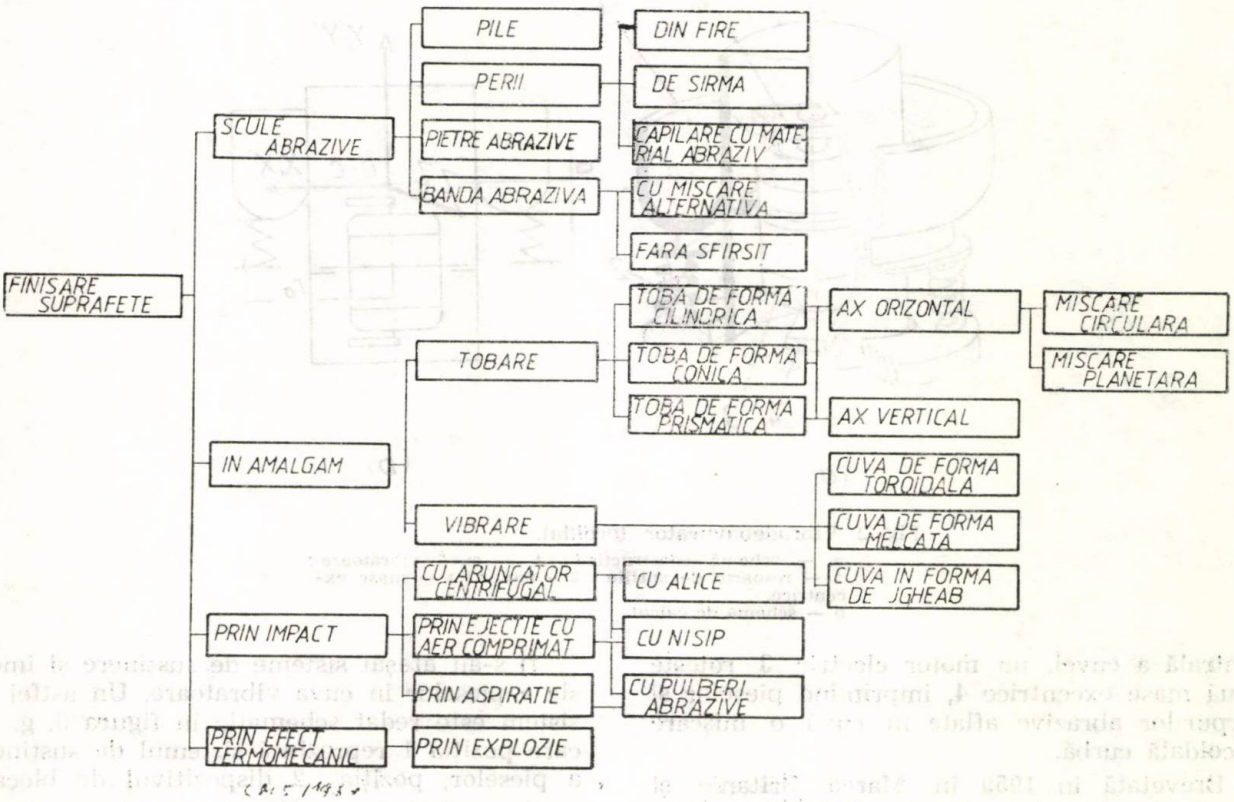


Fig. 1 Sistematizare a metodelor de finisare a suprafețelor.

cru, rezultă un număr extrem de mare de instalații specifice și tehnologii, a căror prezentare în detaliu depășește nivelul prezentului articol. Unele din metodele sus-amintite, metode de mare productivitate, conferind o înaltă calitate suprafețelor, au dezavantajul că erodează puternic aria exterioară, fiind, astfel, indicate pentru piese fără pretenții dimensionale deosebite, cum ar fi corpurile la care se dorește finisarea în scopuri estetice sau ergonomice; alte metode sînt consumatoare de energie în exces; de aceea, alegerea unora sau altora dintre utilaje sau tehnologii trebuie să se facă cu deosebit discernămînt, în funcție de caracteristicile finale semnificative ale pieselor reprezentative.

Indicată pentru piesele prelucrate la cotele finale, **clasa utilajelor de finisare prin vibrare produce doar îndepărtarea bavurilor și lustruirea suprafețelor, fără a le modifica gabaritul și geometria, în condițiile folosirii unor materiale abrazive ieftine și cu un consum energetic redus.**

În sus-menționata clasă de utilaje, instalațiile cu profil toroidal ocupă locul cel mai de seamă, atît prin răspîndire, cît și prin domeniul lor larg de aplicații.

O instalație toroidală pentru vibrofinisare este alcătuită (fig. 2, a), în varianta constructivă clasică, dintr-o cuvă cu profil semitoroidal **1**, suspendată pe o serie de resoarte 2. În zona centrală a cuvei, un motor electric **3** rotește două mase excentrice 4, imprimînd pieselor și corpurilor abrazive aflate în cuvă o mișcare elicoidală curbă.

Brevetată în 1959 în Marea Britanie și Franța de către inventatorii săi, William Podmore, Henry E. Podmore și David Fahey, instalația a fost, în decursul anilor, îmbunătățită, căpătînd o mare varietate de forme:

a) astfel, pentru extragerea mecanizată a pieselor din cuvă, ca și pentru separarea lor de corpurile abrazive, a fost adaptat un șibăr care, introdus în cuvă cu o pantă mică (fig. 3, a), conduce piesele și corpurile abrazive la o sită sortatoare;

b) în aceeași idee, cuvele au fost construite în formă spirală (fig 3, b); după parcurgerea unui pas complet piesele sînt separate complet de corpurile abrazive;

c) figura 3, c prezintă o variantă constructivă care protejează motorul electric de antrenare împotriva vibrațiilor. În această variantă, motorul **1** a fost scos în afara cuvei toroidale **2,** transmiterea mișcării la cele două mase excentrice **3** făcîndu-se printr-o punte cardanică **4**;

d) tot mai des, opțional sau integrat, instalațiile sînt prevăzute cu sisteme proprii de preparare, recirculare și regenerare a soluțiilor de lucru. Figura 3, d prezintă schematic un astfel de sistem, în care poziția **1** reprezintă ramura de preparare, poziția 2 ramura de recirculare, iar poziția 3 incinta de regenerare;

e) s-au adoptat carcase fono-absorbante (fig. 3, e și 3, f);

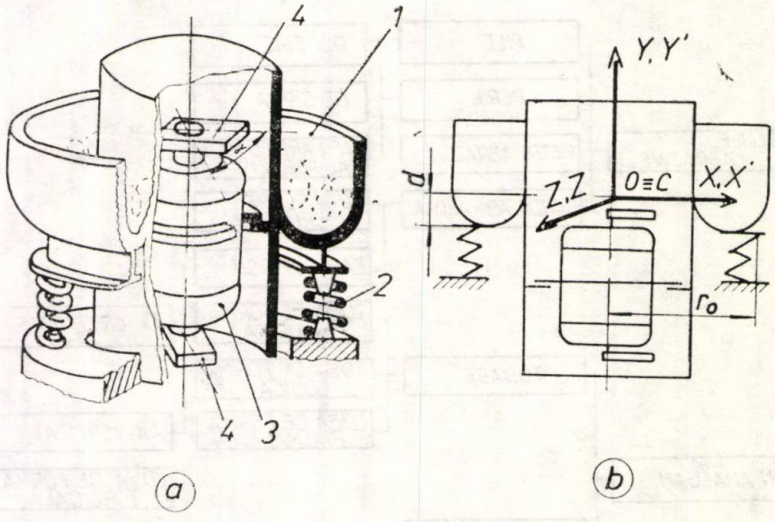


Fig. 2 Vibrodebavurator toroidal.
a — schemă constructivă; 1 — cuvă vibratoare; 2 — resoarte de sprijin; 3 — motor; 4 — mase excentrice.
b — schemă de calcul.

f) s-au atașat sisteme de susținere și imersie a pieselor în cuva vibratoare. Un astfel de sistem este redat schematic în figura 3, g, în care poziția 1 reprezintă sistemul de susținere a pieselor, poziția 2 dispozitivul de blocare contra rotirii, iar poziția 3 mecanismul de ridicare-coborîre;

g) resoartele elastice metalice, elicoidale sau lamelare, au fost înlocuite cu amortizoare din cauciuc sau alți molimeri, plasate fie punctiform, fie continuu ;

h) ciclurile de lucru au fost integral automatizate prevăzîndu-se în lanțul tehnologic sisteme de încărcare și evacuare a pieselor (fig. 3, h).

Sînt posibile, în funcție de necesitățile tehnologice ale fiecărui beneficiar, orice combinații între variantele sus-menționate. Mai mult, odată adoptată gama dimensională a cuvelor vibratoare, pot fi executate ca **module,** atașabile opțional următoarelor sisteme auxiliare :

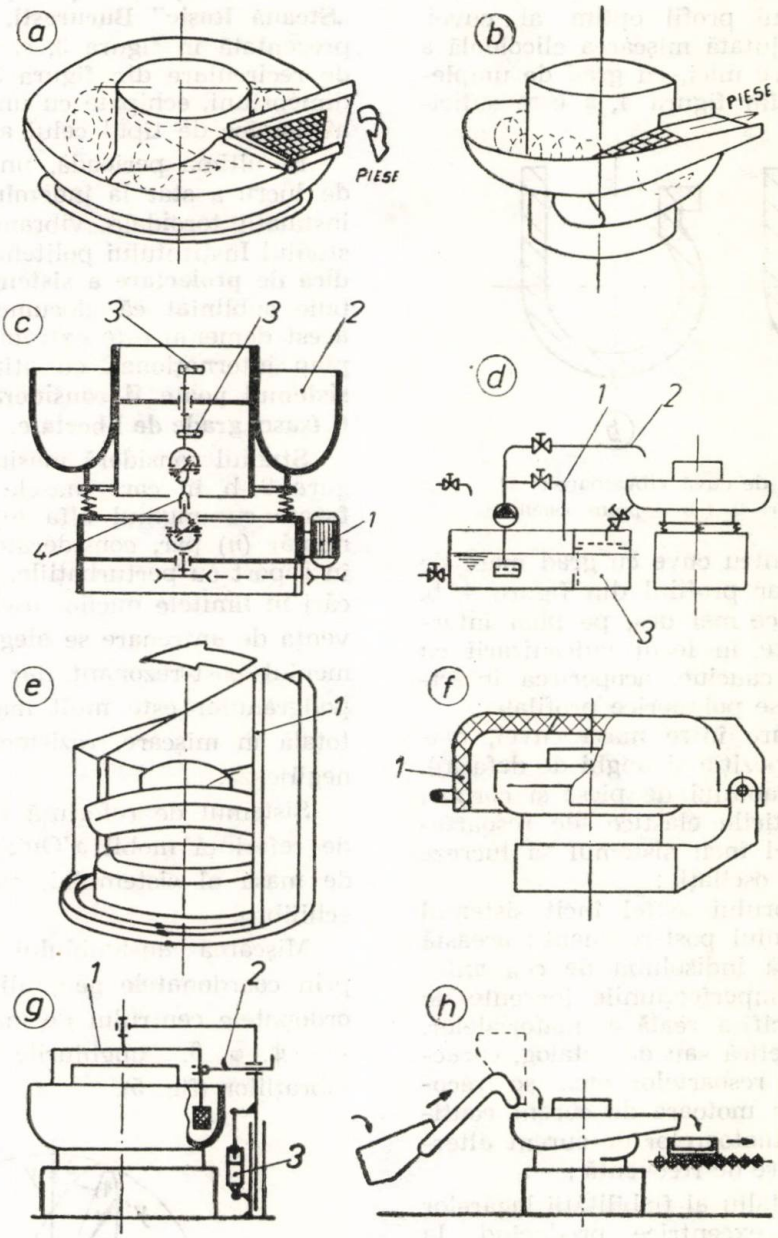


Fig. 3 Variante constructive ale vibrofinisoarelor toroidale.

a — cuvă prevăzută cu șibăr și grătar de separație ; b — cuvă elicoidală ; c — motor de antrenare protejat împotriva vibrațiilor : 1 — motor ; 2 — cuvă vibratoare ; 3 — mase excentrice ; 4 — ax cardanic; d — instalație prevăzută cu stație de preparare-regenerare-recirculare a soluțiilor : 1 — rețea preparare ; 2 — rețea recirculare ; 3 — zonă regenerare ; e — instalație prevăzută cu incintă fonoabsorbantă : 1 — incintă cu ușă glisantă ; f — instalație prevăzută cu capac fonoabsorbant : 1 — capac ; g — instalație prevăzută cu dispozitiv de susținere a pieselor : 1 — dispozitiv de susținere ; 2 — sistem de blocare contra rotirii ; 3 — mecanism de ridicare-coborîre ; h — lanț automatizat de finisare prin vibrare.

— modúl de separare a corpurilor abrazive de piese ;

— modúl de preparare, recirculare, regenerare a fluidului de lucru ;

— modúl fono-absorbant (în mai multe variante constructive) ;

— modúl de încărcare ;

— modúl de evacuare.

Proiectarea utilajelor din această clasă comportă rezolvarea unor probleme de mare varietate şi complexitate, între care menţionăm :

a) adoptarea unui profil optim al cuvei, astfel încît să fie ajutată mişcarea elicoidală a pieselor. Pentru cuve mici, cu grad de umplere redus, profilul din figura 4, a este sufici-

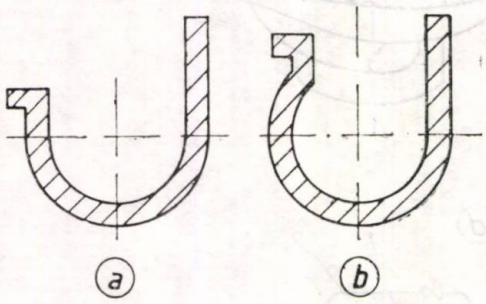


Fig. 4 Profile de cuvă vibratoare :
a — profil semitoroidal ; b — profil semiînchis.

ent. Dimpotrivă, pentru cuve cu grad mare de umplere este necesar profilul din figura 4, b. În plus, din ce în ce mai des, pe plan internaţional se foloseşte, în locul vulcanizării cu un strat neted de cauciuc, acoperirea interioară a cuvei cu mase polimerice profilate ;

b) corecta corelare între masa cuvei, masele excentrice (ca poziţie şi unghi de defazaj), masa utilă a amalgamului de piese şi corpuri abrazive, caracteristicile elastice ale resoartelor de sprijin, astfel încît sistemul să lucreze în limitele micilor oscilaţii ;

c) alegerea motorului astfel încît sistemul să lucreze în domeniul post-rezonant ; această condiţie fiind legată indisolubil de cea anterioară, date fiind imperfecţiunile inerente de execuţie, masa specifică reală a materialelor, diferită de cea teoretică sau de catalog, caracteristicile reale ale resoartelor etc., se recomandă echiparea cu motoare de curent continuu, sau asocierea motoarelor de curent alternativ cu convertizoare de frecvenţă ;

d) calculul în detaliu al fiabilităţii lagărelor motoarelor, masele excentrice producînd, la turaţia de lucru, forţe ce ajung la 45—75 kN ; asociate cu vibraţiile, aceste forţe uzează lagărele într-un timp foarte scurt, în cazul unei proiectări defectuoase ;

e) alegerea unei carcase fono-absorbante, eficace şi uşor manevrabile. Trebuie menţionat că, deşi sistemul gol este silenţios, amalgamul de piese şi corpuri abrazive, puse în mişcare cu frecvenţe de 2000—2500 Hz produce zgomote cu intensităţi de 110—120 dB.

Învingînd aceste dificultăţi, **I.C.T.C.M. a proiectat un număr de instalaţii de tipul descris, în diferite variante constructive,** pentru diferiţi beneficiari. Menţionăm **instalaţiile pentru Întreprinderea „Independenţa" Sibiu,** în varianta descrisă în figura 3, c, asociată cu separatorul din figura 3, a şi cu o carcasă fonoabsorbantă de tipul prezentat în figura 3, f. De asemenea, **instalaţiile pentru Întreprinderea „Steaua Roşie" Bucureşti,** unele în varianta prezentată în figura 3, c, asociate cu sistemul de recirculare din figura 3, d, altele, de mari dimensiuni, echipate cu un sistem de susţinere a pieselor de tipul celui arătat în figura 3, g.

În ultima perioadă, un preţios instrument de lucru a stat la îndemîna proiectanţilor de instalaţii toroidale vibrante din I.C.T.C.M. : studiul Institutului politehnic Bucureşti **„Metodică de proiectare a sistemelor vibrante".** Trebuie subliniat că documentaţia teoretică în acest domeniu este extrem de redusă, chiar pe plan internaţional, cu atît mai mult cu cît **sistemul poate fi considerat un solid rigid cu 6 (şase) grade de libertate.**

Studiul consideră maşina vibratoare din figura 2, b, în care masele excentrice sînt defazate cu unghiul alfa (α), resoartele sînt în număr (n) par, considerate suficient de rigide în raport cu perturbaţiile, încît să posede mişcări în limitele micilor oscilaţii. Deoarece frecvenţa de antrenare se alege, în general, în domeniul post-rezonant, iar masa materialului poligranular este mult mai mică decît masa totală în mişcare, rezistenţele din sistem se neglijează.

Sistemul de referinţă fix $xOyz$ şi sistemul de referinţă mobil $x'Oy'z'$, plasate în centrul de masă al sistemului, coincid în poziţie de echilibru.

Mişcarea ansamblului rigid se defineşte prin coordonatele generalizate x_c, y_c, z_c (coordonatele centrului de masă C, identic cu O) şi ψ, φ, θ, unghiurile lui Euler, specifice vibraţiilor (fig. 5).

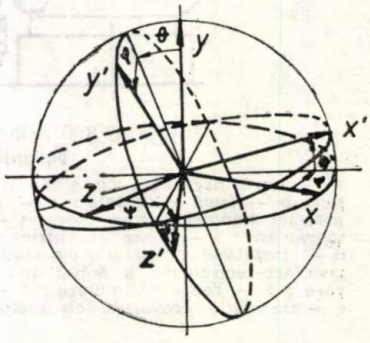


Fig. 5 Sistemul coordonatelor pentru calculul mişcării cuvei vibratoare.

Pornind de la ecuația diferențială liniarizată a mișcării, sub formă matriceală :

$$[M]\ddot{q} + [k]\ q = Q,$$

unde :

$$q = [x_c,\ y_c,\ z_c,\ \psi,\ \varphi,\ \theta]^T,$$

definind constantele elastice ale arcurilor după direcțiile Ox, Oy, Oz :

$$k_{y_i} = k\ ;\quad k_{x_i} = k_{z_i} = k_t,$$

stabilind modulul forței de inerție, datorită masei excentrice — m_0 — la distanța ρ, cu viteză unghiulară ω = constant ;

$$F_0 = m_0 \rho \omega^2$$

studiul definește, pentru punctul —M— oarecare, următorii parametri :

— traiectoria : o elipsă definită prin cosinusurile directoare ale normalei la planul ei ;
— vitezele punctului ;
— accelerațiile punctului.

De asemenea, studiul oferă relația necesară stabilirii forțelor transmise fundației.

Relațiile propuse în studiu au fost verificate de cercetători din cadrul I.C.T.C.M. și I.P.B., în cadrul unui program de măsurări, atît pe instalații proiectate de I.C.T.C.M, cît și pe instalații similare importate, sau instalații executate prin relevarea unor utilaje din import.

În tabelul 1 dăm, pentru exemplificare, comparația între datele de calcul și rezultatele măsurate pe un utilaj executat la IREMOAS după licență SPIRATRON (Italia).

Măsurările s-au efectuat în 4 puncte (fig. 6).

Sînt de remarcat diferențele relativ mici între valorile teoretice și cele măsurate, diferențele mari fiind determinate de mai multe cauze, între care menționăm :

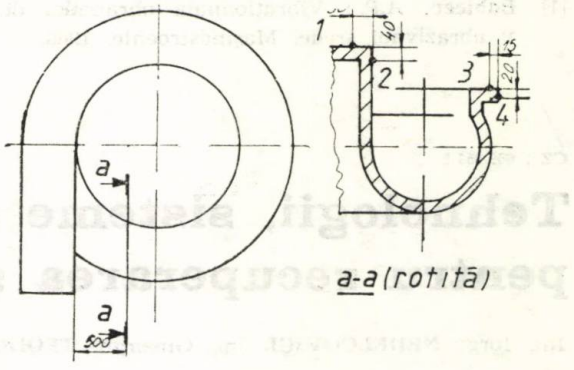


Fig. 6 Amplasamentul punctelor asupra cărora s-au făcut măsurări, la instalația tip SPIRATRON (IREMOAS).

— diferențele între masele reale și cele calculate după proiect ;

— diferențele între constantele reale elastice ale arcurilor și cele rezultînd din indicațiile proiectului ;

— diferențele între masele reale neechilibrate și cele calculate ;

— imperfecțiunile, ca formă geometrică, ale pieselor reale etc.

Cele prezentate ne permit să tragem concluzia că, în cadrul metodelor moderne de finisare a suprafețelor, VIBROFINISAREA ÎN

Comparație între valorile calculate și valorile măsurate pentru punctele reprezentate în figura 6.

Tabelul 1

Parametrul măsurat	Punct	U.M.	Valoare măsurată	Valoare calculată	Raport (5/4)
DEPLASARE	1	mm.	0,34	1,10	3,24
	2		0,46	0,829	1,80
	3		0,405	0,92	2,27
	4		0,29	0,328	1,18
VITEZĂ	1	m/s	0,0625	0,169	2,70
	2		0,115	0,128	1,11
	3		0,0493	0,142	2,88
	4		0,043	0,050	1,16
ACCELERAȚIE	1	m/s^2	9,80	26,00	2,65
	2		19,00	19,69	1,04
	3		11,00	21,85	1,99
	4		7,00	7,69	1,10

INSTALAȚII TOROIDALE reprezintă un procedeu care, ales cu discernămînt, poate oferi atît avantaje tehnologice, cît și economice importante.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Babicev, A.P.:* Vibraționnaia obrabotka detalei v abrazivnoi srede, Mașinostroenie, 1968.

[2] *Brandt, W. E.:* Vibratory finishing „Machinery" (L) 1961, v. 99.

[3] *Buzdugan, Gh.:* Dinamica fundațiilor de mașini, Ed. Academiei R.S.R., 1968.

[4] *Makhult, M.:* Machine Support Design Based on Vibration Calculus, Akademiei Kladó, Budapest, 1977.

[5] *Munteanu, M.:* Dimensionarea arcurilor elicoidale la sitele vibratoare cu volant de inerție, Construcția de mașini, 17, nr. 3, 1966.

[6] x x x: Parker Information, nr. 3, 1981.

CZ : 669.054.8

Tehnologii, sisteme și echipamente pentru recuperarea și gospodărirea șpanului

Ing. Iorgu **NEDELCOVICI**, ing. Gheorghe **TEODORINI** — I.C.T.C.M. București

Considerații generale

Recuperarea și transportul economic ale celor 600.000 tone șpan de oțel care rezultă anual în țara noastră din prelucrarea mecanică a pieselor, împreună cu compactarea sa întregii cantități la o masă specifică apropiată de cea a oțelului masiv, în vederea diminuării pierderilor în timpul retopirii, generează economii considerabile la nivelul economiei naționale. Astfel :

șpan de oțel		minereu de fier		cocs metalurgic
↓ 1 t	=	↓ 2 t	+	↓ 1 t

În vederea realizării unor sisteme mecanizate și automatizate, care să acopere o gamă cît mai vastă de situații din secțiile de producție (foarte diverse din punct de vedere al cantității și calității de șpan, al organizării și specificului fabricației), I.C.T.C.M. a început, încă din anul 1981, să studieze diferite tehnologii de recuperare și compactare a șpanului. În urma acestor studii au fost luate în considerație tehnologiile din care rezultă brichete cu o masă specifică de aproape 5,5 t/m³, lăsîndu-se deoparte tehnologiile de balotare a șpanului (eficiente numai în cazul șpanului foios în amestec cu deșeuri de tablă), la care produsul rezultat atinge doar mase specifice mai mici decît 2,5 t/m³.

Brichetarea șpanului rezolvă următoarele probleme :

— reduce spațiul de depozitare de cel puțin 3 ori ;

— ușurează transportul și manipularea (de exemplu, cu magneți) ;

— permite utilizarea sa în orice instalație de retopire (cubilou), datorită încărcării economice, a evitării oxidării rapide și a evitării încetinirii trecerii aerului insuflat.

Brichetele pot fi folosite atît în cuptoarele cu aer, cît și în cuptoarele cu inducție, cu condiția uscării în prealabil.

Odată cu rezolvarea problemelor menționate se realizează economii totale care se cifrează la circa 200.000.000 lei anual.

Folosirea integrală a capacității mijloacelor de transport (vagoane, remorci, camioane etc.) permite economii de circa 40.000.000 lei anual, în timp ce diminuarea pierderilor prin oxidare (pînă la 70 %) și faptul că se poate obține direct oțel în loc de fontă aduc economii estimate la 160.000.000 lei, anual.

Tehnologiile elaborate au condus la conceperea unor sisteme de gospodărire a șpanului, în flux discontinuu și în flux continuu, de 1,5 și 3 t/oră care asigură următoarele operații :

1 — evacuarea șpanului de la mașinile unelte ;

2 — colectarea și transportul acestora în incinta gospodăriei de șpan ;

3 — separarea corpurilor străine .

4 — sortarea șpanului ;

5 — porționarea fuiorului de șpan foios ;

6 — mărunțirea (sfărîmarea) șpanului foios ;

7 — separarea uleiurilor și a emulsiilor ;

8 — brichetarea șpanului ;

9 — evacuarea brichetelor către spațiul de depozitare ;

10 — depozitarea brichetelor ;

11 — încărcarea și expedierea spre unitățile de retopire.

Caracteristicile și clasificarea șpanului

Forma, mărimea și starea șpanului depind, în primul rînd, de natura și calitatea materialului și variază în funcție de utilajul folosit

(strung, freză, raboteză, etc.), de scula utilizată (cuțite cu un tăiș sau freze cu mai multe tăișuri), precum și de viteza de așchiere.

Conform clasificării propuse de institutul UNIIPTMAȘ șpanul poate fi împărțit în următoarele categorii ;

— **șpanul de fontă,** sub formă de așchii elementare cu greutate specifică relativ mare ; se pretează bine la transport ;

— **șpanul de oțel sub formă de sfărîmături** și bucățele de metal detașat, care nu se înfășoară sau aproape nu se înfășoară în inele spirale. El se obține de la mașini-unelte (freze, morteze etc.) care folosesc scule cu mai multe tăișuri, sau de la mașinile-unelte cu scule cu un singur tăiș care utilizează cuțite cu sfărîmător de șpan. Se pretează, la fel de bine, pentru transport ca și șpanul de fontă și greutatea lui volumetrică este mare ;

— **șpanul de oțel elementar sub formă de inele,** foarte ecruisat ; se obține prin metodele de tăiere intensivă pe mașini-unelte prevăzute cu scule cu un singur tăiș de secțiune mărită. Se pretează, la fel de bine, pentru transport ca și cele două grupe precedente ;

— **șpanul de oțel spiralizat** sub formă **de baston (flexibil),** sau de arc spiral strîns înfășurat, de diferite lungimi și diametre. Șpanul spiralizat mărunt se transportă satisfăcător, însă șpanul cu spire cu diametru mai mare se pretează greu la transport ;

— **șpanul de oțel continuu,** fie sub formă de spire mari cu secțiunea pînă la 40 ... 60 mm^2, fie ca spire într-un singur strat, în formă de sabie și de diametru mare (cel puțin 1 m), cu secțiunea pînă la 80 ... 100 mm^2, care se încurcă ușor între ele și formează ghemotoace informe și grămezi. **Acesta este cel mai dificil pentru transport,** întrucît are greutatea volumetrică cea mai mică și, în consecință, ocupă un volum foarte mare.

Calitatea și forma șpanului determină tehnologia de prelucrare și implicit utilajele care vor compune gospodăria de șpan respectivă.

În tabelul 1 se arată, în funcție de tipul șpanului, principalele faze de prelucrare necesare.

Tabelul 2 prezintă formele uzuale de șpan, conform clasificării standardului TGL 8927 (RDG), precum și tipurile de transportoare recomandate.

Utilaje tipizate pentru gospodăriile de șpan

În vederea realizării economice a unor sisteme de gospodărire a șpanului, I.C.T.C.M. (în calitate de proiectant general) a tipizat, proiectat și omologat utilajele ce intră în componența acestora, iar ca furnizor general, pentru instalațiile de gospodărire a șpanului, a fost desemnată Întreprinderea Mecanică Oraș Dr. P. Groza.

Schema de principiu a unei instalații complete de prelucrare a șpanului este prezentată în figura 1 și cuprinde mai multe faze.

Evacuarea șpanului. Evacuarea șpanului de la scula așchietoare se poate face manual, gravitațional, sau cu transportoare încorporate în mașinile-unelte.

Evacuarea manuală pune cele mai mari probleme, deoarece ea se face, de regulă, la sfîrșitul schimbului de lucru, ducînd la debite instantanee foarte mari, care încarcă neuniform toate utilajele (transportoare, sfărămătoare, prese de brichetat etc.) conducînd la blocarea instalației. Este necesar, deci, să se ia măsuri și să se urmărească îndeaproape evacuarea gradată a șpanului.

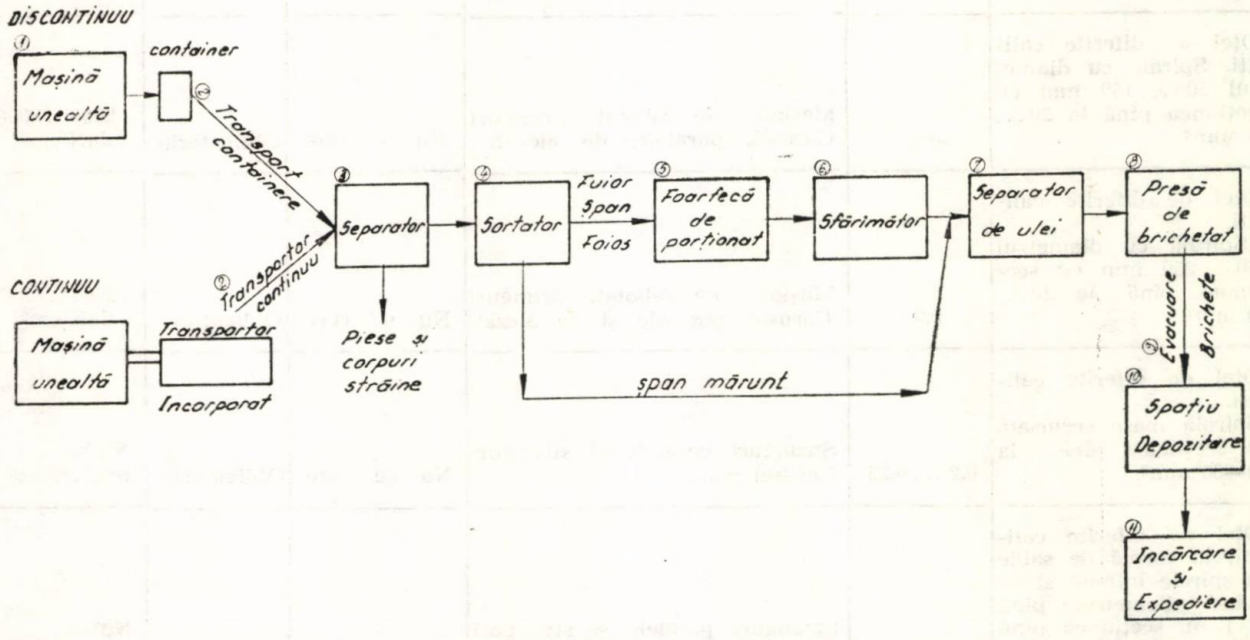


Fig. 1 Schema de principiu a unei instalații de recuperare și gospodărire a șpanului.

Colectarea și transportul spanului. Colectarea și transportul spanului, de la locul producerii lui la locul de prelucrare, se pot face fie discontinuu cu ajutorul containerelor, fie continuu cu ajutorul unor instalații de transport mecanizat. Alegerea soluției optime depinde de calitatea și cantitatea spanului și a agentului de răcire, de amplasamentul mașinilor-unelte în secție, de posibilitatea de montare a unor transportoare pe (sau sub) pardoseală etc.

În sistemul discontinuu, colectarea spanului se face în containere separate, marcate distinct pentru fiecare material în parte (oțel,

Clasificarea formelor spanului și tehnologia corespunzătoare de prelucrare

Tabelul 1

Felul și forma spanului	Greutatea specifică în [t/m³]	Principalele tipuri de mașini-unelte care dau span de forma respectivă.	Tehnologia de prelucrare a spanului		
			Desuleiere	Sfărîmare	Brichetare presiunea specifică daN/cm²
Fontă în elemente	2,0	Toate felurile de mașini-unelte pentru prelucrarea metalelor prin așchiere.	Nu se cere. lucrarea se fără lichide răcire.	Nu se cere	3800 ... 4500 daN/cm²
Oțel de diferite calități, în elemente (sfărîmături mici, bucăți mici)	1,0 ... 2,0	Mașini de frezat, de danturat, de broșat, fierăstraie-disc, mașini de găurit, de rabotat și de mortezat.	Obligatorie	Nu se cere	2500 ... 3000 daN/cm²
Oțel de diferite calități, în elemente sub formă de spire ecruisate	0,6	Strunguri, strunguri-carusel, strunguri revolver.	Nu se cere	Nu se cere	2500 ... 3000 daN/cm²
Oțel de diferite calități. Așchii de la strunguri automate	0,5 ... 0,6	Strunguri automate, semiautomate și revolver.	Obligatorie	Parțială	2500 ... 4500 daN/cm²
Oțel de diferite calități. Spire mărunte	Pînă la 0,5	Mașini de găurit, strunguri-revolver, paralele și Carusel.	Obligatorie	Parțială	2500 ... 4500 daN/cm²
Oțel de diferite calități. Spirale cu diametrul 100 ... 150 mm cu secțiunea pînă la 20 ... 30 mm²	0,4	Mașină de rabotat, strunguri Carusel, paralele, de alezat.	Nu se cere	Obligatorie	2500 ... 3000 daN/cm²
Oțel de diferite calități. Spirală cu diametrul 150 ... 250 mm cu secțiunea pînă la 20 .. 30 mm².	0,3	Mașini de rabotat, strunguri Carusel, paralele și de alezat.	Nu se cere	Obligatorie	2500 ... 3000 daN/cm²
Oțel de diferite calități. Spirală mare ecruisată cu secțiunea pînă la 40—60 mm².	0,2 ... 0,25	Strunguri paralele și strunguri Carusel mari.	Nu se cere	Obligatorie	Nu se brichetează
Oțel de diferite calități, în formă de sabie cu spirele într-un strat, avînd diametrul pînă la 1 m, secțiunea pînă la 80 ... 100 mm².	0,15 ... 0,2	Strunguri parelele și strunguri Carusel mari.	Nu se cere	Obligatorie	Nu se brichetează

Formele șpanului (TG 48927) și tipurile de transportoare recomandate

TABEL nr. 2

Nr. crt.	Denumirea	Forma șpanului	Densitatea t/m^3	Aptitudini de transport	Observații cu privire la metode de transport utilizate în bune condiții: Transport hidraulic	Transportor cu harpoane	Transportor cu plăci	Transportor cu racleți	Transportor cu melc	Transportor inerțial	Transportor magnetic	Transportor pneumatic	Transportor cu paleți	Transportor cu bandă metalică	Containere + mijloace de transport de uz comun	Pod rulant cu graifer	Pod rulant cu electromagnet
1.	Șpan în formă de bandă		$\leq 0,09$	rele													
2.	Șpan încîlcit			rele													
3.	Șpan elicoidal		$\leq 0,15$	satisfăcător													
4.	Șpan elicoidal sfărîmat		$\leq 0,32$	bune													
5.	Șpan spirale sfărîmat		$\leq 0,95$	bune													
6.	Șpan spirale bucăți			bune													
7.	Sfărîmături de șpan		$\leq 2,5$	bune													

oțel aliat, fontă, bronz, aluminiu etc.). Transportul lor se face cu mijloace obișnuite (cărucioare, vagonete etc.) pînă la secția de prelucrare a șpanului.

Sistemul continuu este mecanizat și implică folosirea unor jgheaburi colectoare combinate cu transportoare adecvate calității șpanului. În sistema de mașini elaborată de ICTCM se utilizează următoarele tipuri de transportoare :

— **transportoare cu harpoane,** alcătuite dintr-o tijă cu harpoane acționată hidraulic într-o mișcare de „du-te—vino", în interiorul unui jgheab prevăzut cu cîrlige pe pereții laterali. La mișcarea „înainte" harpoanele antrenează șpanul în direcția de transport, iar în cursa de întoarcere acestea alunecă liber sub șpanul care este reținut de cîrligele fixate pe partea interioară a jgheabului.

Acest tip de transportor este indicat atît pentru transportul șpanului foios, cît și al șpanului mărunt, atunci cînd acesta are în amestec cel puțin 20 % șpan foios (procente de greutate) ;

— **transportorul cu șarniere** este constituit dintr-o bandă de oțel articulată care circulă într-o carcasă metalică. Banda fără sfîrșit, prevăzută cu traversare de antrenare, este ghidată de două lanțuri cu role, iar acționarea se face printr-un motoreductor și o transmisie cu lanț, prin intermediul unui cuplaj de siguranță. Transportul șpanului, fie în plan orizontal, fie pe pante de pînă la 90°, se face continuu, pe ramura superioară a benzii.

Plăcile articulate pot fi perforate, pentru separarea preliminară a agentului de răcire încă de pe transportor ;

— **transportorul cu racleți** are o construcție similară cu cea a transportorului cu șarniere. Lanțurile de transport laterale sînt legate între ele cu raclete, care împing într-un jgheab materialul de transportat.

Materialul este transportat de ramura inferioară a lanțurilor de transport. Transportoarele cu raclete sînt indicate numai pentru transportul șpanului scurt sau rupt. Ținînd seama de faptul că transportul se face pe ramura inferioară, pot fi alimentate mai multe guri (de exemplu, la baterii de buncăre).

În tabelul 2 se arată și tipurile de transportoare indicate pentru fiecare fel de șpan.

Separarea corpurilor străine. Separarea corpurilor străine din șpan este necesară pentru protecția utilajelor de sfărîmare și brichetare. Separatorul este constituit dintr-un transportor scurt, cu șarniere, pe care cade șpanul colectat. Atîta timp cît șpanul căzut pe transportor nu conține piese metalice sau alte corpuri străine mai grele, acesta își continuă mersul în sensul normal, tehnologic. În momentul cînd pe transportor cade un corp mai greu, un accelerometru sesizează impactul și comandă inversarea sensului de mers al transportorului timp de cîteva secunde, corpurile străine căzînd într-un container special.

Sortarea șpanului. Șpanul trebuie sortat atît din punct de vedere calitativ, cît și dimensional. Sortarea calitativă a șpanului se face în scopul obținerii unor sortimente cît mai pure din punct de vedere chimic, care să fie folosite cît mai bine în procesul de recuperare. Este recomandabil ca sortarea pe calități să fie făcută, după cum s-a mai arătat, încă din cadrul secției de prelucrări mecanice, prin colectarea în containere marcate pe calități de materiale.

Sortarea dimensională este necesară atunci cînd din procesul de producție rezultă atît șpan foios cît și mărunt. Prin această operație, șpanul mărunt este dirijat într-un flux care ocolește sfărîmătorul, degrevînd instalația de o sarcină inutilă.

Porționarea șpanului. Porționarea șpanului se face cu foarfeca de porționat care are rolul de a prelua aglomeratorul — (fuiorul de șpan foios) — rezultat din sortator și de a-l tăia în bucăți de dimensiuni convenabile în vederea introducerii in sfărîmător. Foarfeca de porționat este de tip ghilotină cu acționare electrohidraulică și este dotată cu un alimentator cu harpoane care preia șpanul de la sortator și-l introduce în zona de tăiere. Acest alimentator are o zonă de separare a pieselor din șpan, care cad printr-o trapă în afara fluxului.

Sfărîmarea șpanului. Sfărîmarea șpanului foios este necesară pentru :

a) *transformarea șpanului foios și voluminos* cu masă specifică 0,15 . . . 0,3 t/m^3, *în așchii scurte,* cu masă specifică 1,8 . . . 2 t/m^3, în vederea obținerii unui grad bun de umplere a mijloacelor de transport (auto sau feroviare). Transportul șpanului foios este total neeconomic, deoarece volumul ocupat este departe de a acoperi sarcina nominală a mijlocelor de transport respective ;

b) *brichetarea șpanului* în vederea creșterii și mai accentuate a masei specifice (pînă aproape de 5,5/tm^3), în vederea micșorării pierderilor în timpul retopirii.

Sfărîmătoarele de șpan adoptate sînt de tipul cu ciocane. Carcasa sfărîmătorului este realizată din table de oțel sudate, căptușită în interior cu table rezistente la uzură din oțel manganos. În interiorul carcasei se află rotorul masiv, prevăzut cu 32 de ciocane confecționate din oțel rezistent la uzură și la șocuri, fapt care le conferă o durabilitate mare. Un cuplaj hidraulic montat între rotor și motorul de acționare are rolul de a proteja motorul de șocuri și de porniri grele. Alimentarea sfărîmătorului se poate face fie din față, fie de sus, cu ajutorul unui alimentator cu harpoane, al unui transportor cu harpoane, sau al unui transportor cu șarniere.

Mărunțirea șpanului în sfărîmător se face prin interacțiunea dintre șpanul prins între rotor și grătarul masiv din oțel manganos, montat în partea inferioară a carcasei. Șpanul

Îmbunătățirea parametrilor preselor de brichetat șpan fabricate în țara

Tabelul 3

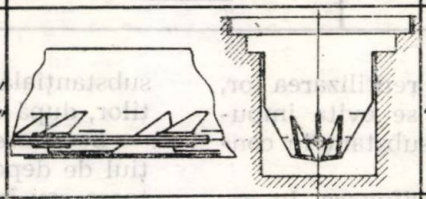
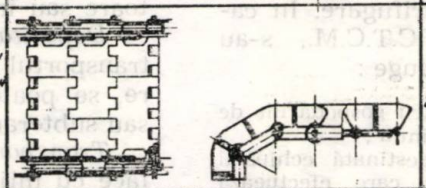
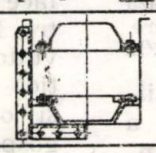
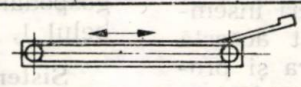
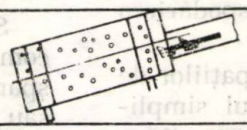
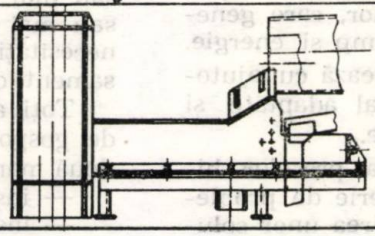
PRODUCĂTOR	Productivitate		Greutate		Putere instalată	
	[t/h]	[%]	[t]	[%]	[KW]	[%]
Proiectant ICTCM Executant I.M. Or. Dr. P. Groza	1,5	150	10,3	43	32	23
IMASA — Sf. Gheorghe	1,2	120	17,5	72	79	57
Proiectant I.C.T.C.M. I.U.G. Progresul-Brăila	1	100	24,1	100	140	700

rupt trece prin grătar și scade prin gura de evacuare aflată în partea de jos a sfărîmătorului, fiind transportat (în general) mai departe prin intermediul unui transportor cu raclete.

Separarea lichidelor de răcire. În cursul prelucrărilor mecanice, în vederea măririi durabilității sculelor și a îmbunătățirii calității suprafețelor, se folosesc diferite lichide de răcire și ungere, în general emulsii și uleiuri.

Utilaje tipizate pentru gospodărirea șpanului proiectate și omologate de I.C.T.C.M.

Tabelul 4

Nr. crt.	Denumirea utilajului	Schița produsului	Caracteristici tehnice: Productivitatea [t/h]	Caracteristici tehnice: Putere instalată [KW]
1.	TRANSPORTOARE a – harpoane pentru transportul șpanului fără împreună cu cel mărunt		2...4	5,5...15
	b – șarniere pentru transportul șpanului fără sau mărunt Lățimi: 450, 600 și 750 mm		2...20	3...7,5
	c – raclești pentru transportul șpanului mărunt. Lățimi 250 și 600 mm		4...20	1,5...4
2.	Separator de piese; Lățimi: 450, 600 și 750 mm		0,5	4,5
3.	SORTATOARE DE ȘPAN a – ϕ 2500		3	9
	b – ϕ 2000		1,5	8
4.	FOARFECĂ DE PORȚIONAT		2,5...3	30

În timpul prelucrării șpanului, este necesară îndepărtarea lichidelor de răcire, în primul rînd pentru recuperarea și reutilizarea lor, iar în al doilea rînd pentru a se evita impurificarea șarjelor de metal cu substanțele conținute în acestea.

Separarea se face prin centrifugare. În cadrul sistemei realizată de I.C.T.C.M., s-au prevăzut două tipuri de centrifuge :

— **cu funcționare continuă** pentru gospodăriile de șpan, cu flux continuu sau discontinuu ;

— **cu funcțioare discontinuă,** destinată echipării atelierelor de prelucrări mecanice care efectuează local recuperarea lichidelor de răcire și ungere. Productivitatea acestei centrifuge este de 0,5 t/h.

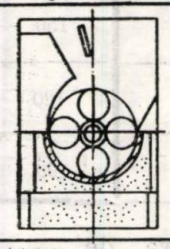
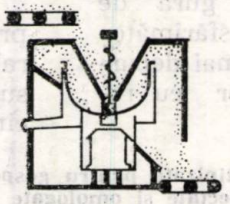
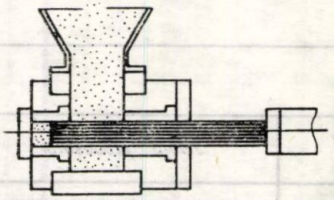
Întrucît recuperarea uleiurilor și emulsiilor oferă mari posibilități de economisire a produselor petroliere generînd reduceri însemnate de import, I.C.T.C.M. a studiat această problemă și este în curs de a elabora și proiecta o sistemă de utilaje pentru gospodărirea lichidelor de răcire.

Brichetarea șpanului. Reducerea spațiilor de depozitare, manipularea și transportul simplificat sînt avantaje ale brichetelor, care generează însemnate economii de timp și energie.

Brichetarea șpanului se realizează cu ajutorul unor prese hidraulice special adaptate și dotate cu matrițe corespunzătoare.

De menționat că proiectarea preselor hidraulice de brichetat a pus o serie de probleme dificile care au prilejuit găsirea unor soluții deosebit de avantajoase, unele premiere pe plan național. Acestea au condus la reducerea substanțială a puterilor instalate și a greutăților, după cum se poate constata din tabelul 3.

Tabelul 4 (continuare)

1	2	3	4	5
5.	SFĂRÎMĂTOARE — de șpan cu ciocane		3 1,5	75 39
6.	CENTRIFUGE — cu funcționare continuă		3 1,5	12 6
7.	PRESE DE BRICHETAT ȘPAN		2,5...3 1...1,5	110 35

Evacuarea. Evacuarea brichetelor spre spațiul de depozitare se poate realiza cu transportoare sau în containere.

Depozitarea. Depozitarea brichetelor pînă la transportul lor la consumator, pentru retopire, se poate face în incinte amenajate supra sau subteran sau în containere.

Transportul. Transportul la consumator se face cu mijloace auto sau pe cale ferată, pentru încărcare folosindu-se poduri rulante, stivuitoare, schipuri etc. Principalele caracteristici tehnice ale utilajelor, tipizate, proiectate și omologate de I.C.T.C.M. pentru alcătuirea gospodăriilor de șpan, sînt prezentate în tabelul 1.

Sisteme de gospodărire a șpanului

Sistemele de gospodărire a șpanului sînt combinații ale utilajelor specifice gospodăririi șpanului, în cadrul unor instalații mai mult sau mai puțin complexe, cu un grad mai mic sau mai mare de automatizare, în funcție de necesitățile impuse de productivitate, amplasament, caracterul producției etc.

Toți acești factori determină o gamă largă de gospodării de șpan care se pot încadra în două mari grupe :

— instalații cu flux continuu ;

— instalații cu flux discontinuu.

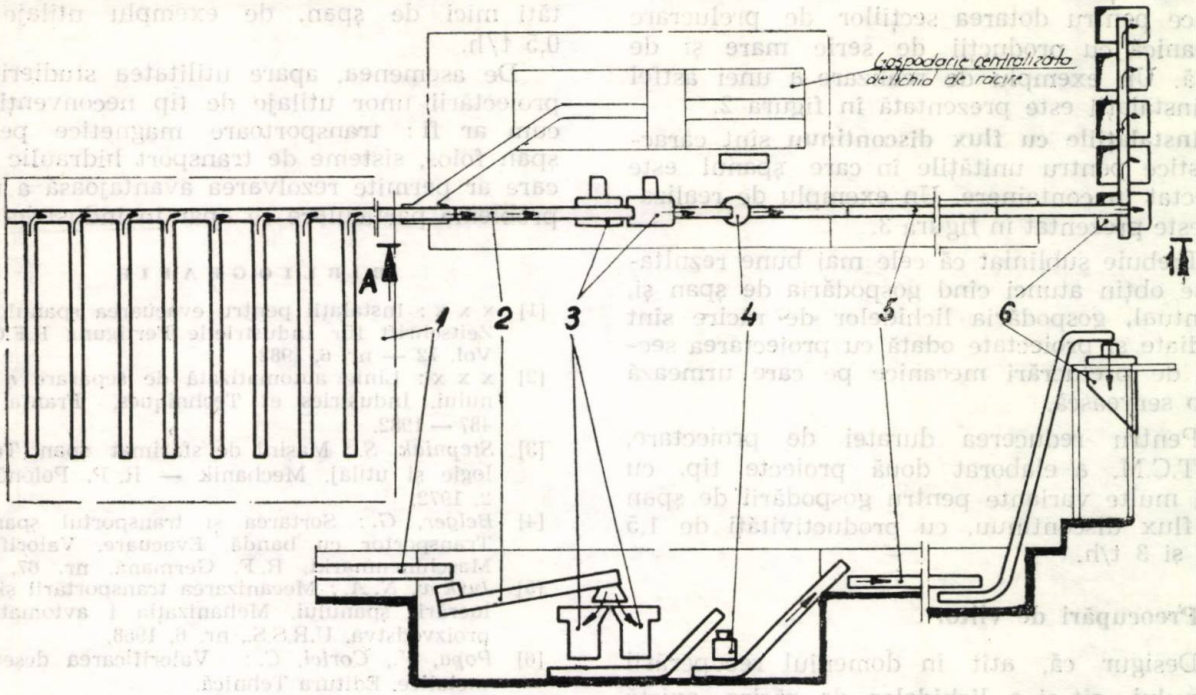


Fig. 2 Gospodărire de șpan cu flux continuu.

1 — sistem de evacuare și transport a șpanului din hale de fabricație ; 2 — separator de corpuri străine ; 3 — sfărîmător ; 4 — centrifugă ; 5 — sistem de transport ; 6 — baterie de buncăre pentru depozitare.

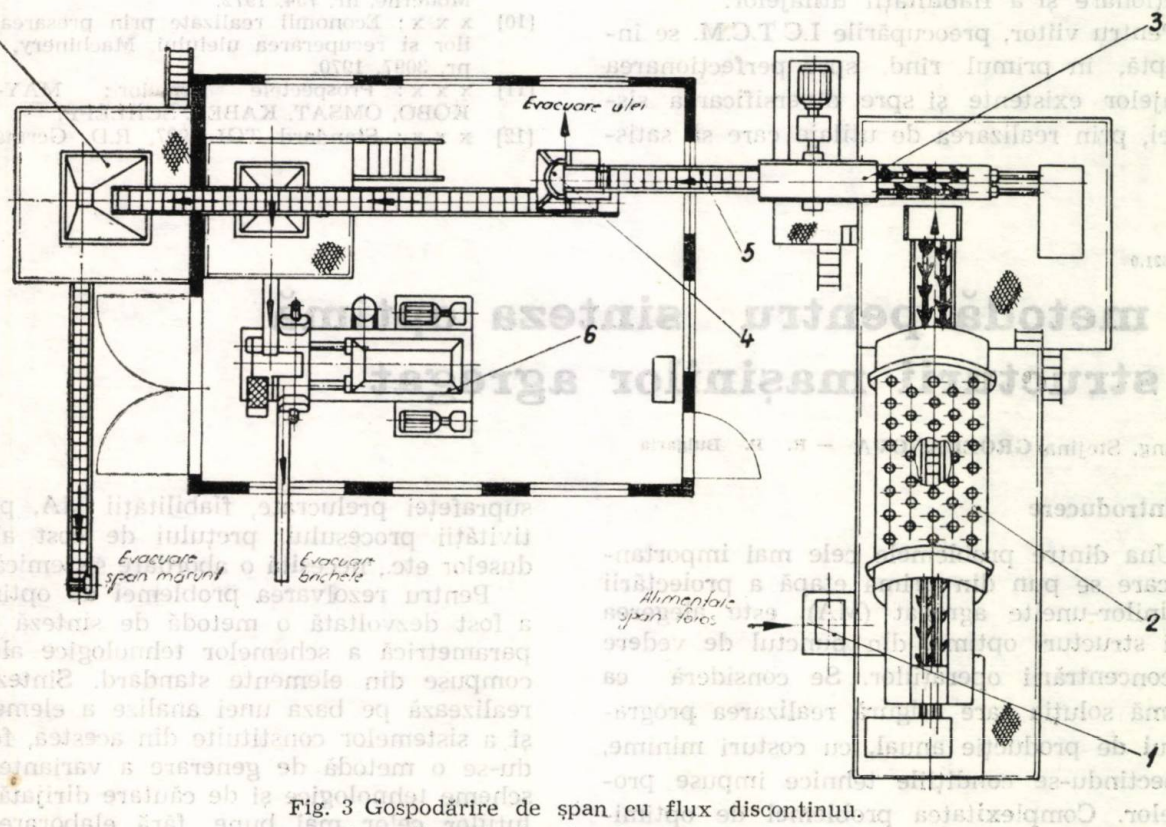


Fig. 3 Gospodărire de șpan cu flux discontinuu.

1 — dispozitiv de alimentare ; 2 — sortator ; 3 — sfărîmător ; 4 — centrifugă ; 5 — sistem de transport ; 6 — presă de brichetat ; 7 — buncăr pentru șpan mărunt.

Instalațiile cu flux continuu sînt caracteristice pentru dotarea secțiilor de prelucrare mecanică cu producții de serie mare și de masă. Un exemplu de realizare a unei astfel de instalații este prezentată în figura 2.

Instalațiile cu flux discontinuu sînt caracteristice pentru unitățile în care șpanul este colectat în containere. Un exemplu de realizare este prezentat în figura 3.

Trebuie subliniat că cele mai bune rezultate se obțin atunci cînd gospodăria de șpan și, eventual, gospodăria lichidelor de răcire sînt studiate și proiectate odată cu proiectarea secției de prelucrări mecanice pe care urmează să o servească.

Pentru reducerea duratei de proiectare, I.C.T.C.M. a elaborat două proiecte tip, cu mai multe variante pentru gospodării de șpan cu flux discontinuu, cu productivități de 1,5 t/h și 3 t/h.

Preocupări de viitor

Desigur că, atît în domeniul recuperării șpanului, cît și a lichidelor de răcire, există încă posibilități de creștere a productivității, de economisire a materialelor și de diminuare a puterilor instalate prin îmbunătățirea randamentelor, precum și de creștere a duratei de funcționare și a fiabilității utilajelor.

Pentru viitor, preocupările I.C.T.C.M. se îndreaptă, în primul rînd, spre perfecționarea utilajelor existente și spre diversificarea sistemei, prin realizarea de utilaje care să satisfacă atelierele sau secțiile care produc cantități mici de șpan, de exemplu utilaje de 0,5 t/h.

De asemenea, apare utilitatea studierii și proiectării unor utilaje de tip neconvențional cum ar fi: transportoare magnetice pentru șpan foios, sisteme de transport hidraulic etc., care ar permite rezolvarea avantajoasă a unor probleme particulare ce apar în industrie.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x: Instalații pentru evacuarea șpanului. Zeitschrift für Industrielle Fertigung R.F.G. — Vol. 72 — nr. 6, 1982.

[2] x x x: Linie automatizată de separare a șpanului. Industries et Techniques, Franța, nr. 487 — 1982.

[3] *Stepniak, S.*: Mașini de sfărîmat șpan. Tehnologie și utilaj. Mechanik — R. P. Polonă, nr. 2, 1972.

[4] *Belger, G.*: Sortarea și transportul șpanului. Transportor cu bandă. Evacuare. Valorificare. Maschinenmarkt, R. F. Germană, nr. 67, 1971.

[5] *Jurkov, N. A.*: Mecanizarea transportării și prelucrării șpanului. Mehanizația i avtomatizația proizvodstva. U.R.S.S., nr. 6, 1968.

[6] *Popa, V., Corici, C.*: Valorificarea deșeurilor metalice. Editura Tehnică.

[7] *Stepniak, S.*: Brichetarea șpanului. Mașini de brichetat. Transport șpan. Mechanik, R. P. Polonă, nr. 10, 1971.

[8] x x x: Colectarea și depozitarea șpanului. Machine Moderne, nr. 772, 1973.

[9] x x x: Transportul șpanului și recircularea uleiului de răcire. Balotare. Transport. Machine Moderne, nr. 754, 1972.

[10] x x x: Economii realizate prin presarea așchiilor și recuperarea uleiului. Machinery, Anglia, nr. 3097, 1970.

[11] x x x: Prospectele firmelor: MAY-FRAN, KÖBO, OMSAT. KABEL. SCHLEPP.

[12] x x x: Standard TGL-8927, R.D. Germană.

CZ : 621.9

O metodă pentru sinteza optimă a structurii mașinilor agregat

Dr. ing. Stejina **GROZDANOVA** — R. P. Bulgaria

Introducere

Una dintre problemele cele mai importante, care se pun din prima etapă a proiectării mașinilor-unelte agregat (MA), este alegerea unei structuri optime, din punctul de vedere al concentrării operațiilor. Se consideră ca optimă soluția care asigură realizarea programului de producție anual, cu costuri minime, respectîndu-se condițiile tehnice impuse produselor. Complexitatea problemei de optimizare, determinată de influența concentrării operațiilor asupra preciziei pieselor, calității suprafeței prelucrate, fiabilității MA, productivității procesului, prețului de cost al produselor etc., necesită o abordare sistemică.

Pentru rezolvarea problemei de optimizare a fost dezvoltată o metodă de sinteză multiparametrică a schemelor tehnologice ale MA, compuse din elemente standard. Sinteza se realizează pe baza unei analize a elementelor și a sistemelor constituite din acestea, folosindu-se o metodă de generare a variantelor de scheme tehnologice și de căutare dirijată a soluțiilor celor mai bune, fără elaborare completă a tuturor soluțiilor de prelucrare a piesei considerate.

În condițiile producției de masă în construcția de mașini, problema generală poate fi formulată astfel : să se elaboreze o metodă de sinteză a schemelor de structură ale MA, care să permită, folosind un număr minim de date inițiale, să se stabilească ansamblul necesar de variante de structură, tehnic raționale, și să se aleagă prin căutare dirijată (inclusiv, asistată de calculator) varianta care asigură calitatea prescrisă a pieselor și realizarea programului de producție, cu atingerea celor mai bune valori ai indicatorilor economici.

Criteriul de optimizare

Pentru aprecierea diferitelor variante de structură de MA, se folosește criteriul de eficiență economică cel mai general — costurile specifice, înțelegînd prin aceasta costurile care iau naștere la fabricarea piesei, considerate în cantitatea prevăzută în programul de producție. Este indicată prezentarea acestui criteriu sub forma :

$$Z = N \sum_{i=1}^{m} C_i + E_n \sum_{i=1}^{m} a_i A_i \to \min \qquad (1)$$

unde :

Z — partea variabilă a costurilor specifice, [leva];

C_i — costul tehnologic al piesei (exclusiv costul piesei brute) pe o mașină, care execută operația concentrată de ordinul i, [leva/buc.];

m — numărul de operații concentrate, necesare pentru prelucrarea completă a piesei ;

a_i — numărul de MA, care execută în paralel operația de ordinul i ;

A_i — costul MA, [leva]

N — programul de producție anual, [buc.] ;

E_n — coeficient de eficiență economică normativ.

Costul tehnologic C_i al piesei se calculează cu ajutorul formulei (2), în care sînt puși în evidență diferiții factori depinzînd de nivelul de concentrare a operațiilor elementare pe MA :

$$C_i = (\delta + \beta) R_{op} T_{Mi} \frac{\alpha A_i + S_i}{N} \cdot a_i + \\ + (\delta + \beta) \varepsilon t_{rsi} T_{ci} R_r \qquad (2)$$

unde :

$R_{op}(R_r)$ — retribuția tarifară a operatorului (reglorului), [leva/min] ;

T_{Mi} — reprezintă timpul de muncă al operatorului la mașina dată și rezultă din relația :

$$T_{Mi} = T_{pi}(1 + \Sigma t_{ni}), \qquad (2.1)$$

unde :

T_{pi} — timpul productiv, adică timpul consumat de operator pentru deservirea nemijlocită a MA, inclusiv supravegherea activă a acesteia, [min], iar :

Σt_{ni} — suma duratelor neproductive relative (raportate la un minut de funcționare a MA), considerate în relația :

$$\Sigma t_{ni} = \gamma(t_{nai} + t_{nsi} + t_{nri}) \qquad (2.2)$$

cu semnificațiile :

t_{nai} — timp relativ de întrerupere pentru înlăturarea refuzurilor de funcționare ale mașinii-unelte ;

t_{nsi} — timp relativ de întrerupere pentru înlocuirea sculelor ;

t_{nri} — timp relativ de întrerupere pentru așteptarea reglorului, ocupat cu manevrarea altor mașini-unelte ;

γ — coeficient prin care se ține seama de întreruperile reglementate ($\gamma > 1$).

Coeficientul $\delta = 1{,}3$ ține seamă de sporurile la retribuția de bază, iar β este cota de regie generală, raportată la retribuția de bază a operatorului, incluzînd și costurile pentru reparația curentă a utilajului.

Numărul a_i de MA, care execută în paralel operația de ordinul i se determină cu ajutorul relației :

$$a_i \geqslant \frac{N(1 + \Sigma t_{ni})}{Q_{ci}}, \qquad (23)$$

în care :

Q_{ci} reprezintă productivitatea ciclică anuală a unei MA, [buc.] :

$$Q_{ci} = \frac{F_{ef}}{T_{ci}} \qquad (2.4)$$

și

T_{ci} — durata ciclului, [min/buc] ;

T_{ef} fondul de timp anual efectiv al unei MA, în regim de două schimburi, [min].

Celelalte notații din formula (2) au semnificațiile :

N — programul de producție anual, [buc.] ;

A_i — costul MA [leva];

α — cotă de amortizare a MA ;

$\varepsilon = 1{,}3 \ldots 1{,}6$ — coeficent care ține seamă de gradul de ocupare al reglorului cu reglajul preliminar al sculelor și supravegherea bunului mers al MA.

Determinarea costului A_i al MA pentru stadiul de proiectare se face în unități convenționale de plan, utilizînd metodologia institutului ИНИРД — OCAM (R.P.B.) pentru stabilirea gradului de complexitate al utilajului și a costului său.

Ţinînd seama de expresia (2) a costurilor tehnologice C_i, criteriul de optimizare se scrie sub forma :

$$Z = N \sum_{i=1}^{m} \left[(\delta + \beta)(R_{op} T_{Mi} + \varepsilon t_{nsi} T_{ci} R_r) + \right.$$

$$\left. + \frac{\alpha A_i + S_i}{N} \cdot a_i \right] + E_n \sum_{i=1}^{m} a_i A_i \rightarrow \min \quad (3)$$

Partea variabilă a costurilor specifice Z, calculată cu ajutorul acestei formule, serveşte pentru compararea variantelor de structură ale MA, bazate pe diferite concentrări de operaţii.

În condiţiile de mare diversitate a structurii procesului tehnologic şi schemei MA, explorarea tuturor soluţiilor posibile pentru detectarea variantei de schemă de structură optime este extrem de laborioasă. Rezultă necesitatea de a se găsi soluţia optimă într-un stadiu iniţial de proiectare, cu consum minim de muncă de proiectare şi cu mare certitudine. Se pune deci problema de a se elabora o metodă de sinteză a schemei de structură a MA, cu ajutorul căreia să se realizeze căutarea dirijată a variantei celei mai bune, fără a se examina toate schemele posibile de MA, care satisfac condiţiile date. Această problemă, privită ca o problemă de programare matematică discretă, poate fi rezolvată pe bază de analiză combinatorie, efectele cele mai bune obţinîndu-se prin aplicarea metodei de „ramificare şi limite".

Metoda „ramificare şi limite" defineşte căutarea dirijată a variantei optime şi permite să se formeze şi să se evalueze numai acele scheme de structură, care sînt necesare pentru căutarea variantei optime, nu şi toate so-

Formule pentru determinarea costurilor specifice ale variantelor de structură a maşinilor-unelte agregat la diferite nivele de evaluare

Tabelul 1

Nivel de evaluare	FORMULE *)
Nivelul I (Ξ)	$Z^{I} = N(\delta + \beta) T_M^{I} S_{op} + (\alpha + E_n) \sum_{i=1}^{m} a_i A_i$ unde : $T_M^{I} = \sum_{i=1}^{n} \frac{T_{ci}}{f}$ (f — numărul de MA, deservite de un muncitor) ; $a_i > \frac{N}{Q_{ci}}$; $\Sigma t_{ni} = 0$; $S_i = 0$; $f = 2$
Nivelul II (S)	$Z^{II} = N(\delta + \beta) T_M^{II} S_{op} + (\alpha + E_n) \sum_{i=1}^{m} a_i A_i$ unde : $T_M^{II} = \sum_{i=1}^{m} T_{ci} \cdot \frac{1 + \Sigma t_{ni}}{f}$ $a_i \geq \frac{N(1 + \Sigma t_{ni})}{Q_{ci}}$; $\Sigma t_{ni} = t_{nai} + t_{nsi}$; $t_{nri} = 0$; $\gamma = 1$ $S_i = 0$; $f = 2$
Nivelul III ($\mathcal{X}$)	$Z^{III} = N \sum_{i=1}^{m} \left[(\delta + \beta)(R_{op} T_{Mi} + t_{nsi} \varepsilon T_{ci} R_r) + \frac{\alpha A_i + S_i}{N} \cdot a_i + E_n \sum_{i=1}^{m} a_i A_i \right.$ unde : $T_{Mi} = T_{pi}(1 + \Sigma t_{ni})$ $a_i \geq \frac{N(1 + \Sigma t_{ni})}{Q_{ci}}$; $\Sigma t_{ni} = \gamma(t_{nai} + t_{nsi} + t_{nri})$

*) Cu notaţiile din formula (3)

luțiile posibile de prelucrare la MA a piesei considerate. Particularitatea unei asemenea abordări constă în rezolvarea etapizată, „pas cu pas", a problemei de optimizare. Cu fiecare pas structura variantelor considerate se determină tot mai precis, iar, evaluarea lor se face cu o aproximație tot mai bună.

Posibilitatea de a se determina, în fiecare etapă, valoarea cea mai mică a criteriului de optimizare reprezintă o condiție necesară pentru aplicarea metodei de „ramificare și limite". Formula (3) este destinată evaluării criteriului de optimizare în etapa finală. Limitînd investigația la trei etape, se deduc pentru fiecare din cele două etape preliminare, neglijînd influența anumitor factori în relația (3), relații mai simple, în schimb mai puțin precise, care permit determinarea mai expeditivă a costului specific Z în etapa respectivă (tabelul 1), pentru identificarea variantei cu Z_{min} în submulțimea de variante aleasă din mulțimea tuturor schemelor de structură posibile.

La primul nivel de evaluare a costurilor specifice, se folosește formula Z^I (tab. 1). Alegerea numărului de mașini a_i, pentru fiecare operație de ordinul i, se face pe baza productivității ciclice Q_{ci}, iar retribuția operatorului, raportată la o piesă, se stabilește corespunzător cu valoarea minimă a consumului de muncă, respectiv $\left(T_M = \frac{T_c}{f}\right)$ în condițiile deservirii a 2 ... 4 MA de către un singur muncitor ($f = 2 \ldots 4$).

La nivelul al doilea de evaluare (formula Z^{II}), în calculul consumului de muncă și la stabilirea numărului a_i de mașini-unelte necesare, se au în vedere și efectele întreruperilor provocate de refuzurile de funcționare ale mașinii-unelte și de durata întreruperii pentru înlocuirea sculelor. Nu se iau în considerație timpul neproductiv în legătură cu așteptarea reglorilor și timpul de întreruperi reglementate, costul sculelor înlocuite și costurile de exploatare a sculelor, precum și costurile privind retribuția reglorilor.

La ultimul (al treilea) nivel de evaluare a costurilor unitare, cînd prin căutarea dirijată sînt alese deja pentru examinare cîteva variante de scheme de structură prezentînd caracteristici necesare optimalității, calculul valorii criteriului de optimizare Z se face ținînd seama de toți factorii din expresia (3), reprodusă în tabelul 1, la nivelul al treilea de evaluare ca Z^{III}.

Pentru o aproximare mai bună a condițiilor reale, calculul costurilor specifice la nivelele al doilea și al treilea de evaluare se face ținînd seamă de fiabilitatea utilajelor.

Principiul metodei de optimizare

Mulțimea G a tuturor variantelor de structură posibile ale MA pentru prelucrarea unei piese date se poate împărți în cîteva submulțimi-clase (fig. 1): mașini monopoziționale (G'), mașini multipoziționale, respectiv linii (G''), alte clase (G'''). Ramificarea este continuată pe încă două nivele: subclase și variante de structură. Subclasele se caracterizează prin prelucrarea în paralel, succesivă, respectiv paralel-succesivă, iar variantele din nivelul al treilea se deosebesc după numărul de fețe de prelucrat în fiecare poziție și după numărul pozițiilor din MA.

La primul pas, se alege clasa schemelor de structură cu valori minime ale criteriului de optimizare, clasă în care se va continua căutarea (fig. 2). În acest scop, în fiecare clasă se elaborează o variantă cu concentrarea maximă a operațiilor. Se consideră că piesa se prelucrează pe un număr maxim de mașini și se adoptă pentru coeficientul de utilizare tehnică a MA valoarea $\eta = 1$ (adică se admite o fiabilitate de 100% a utilajului). Costurile privind retribuția operatorilor se calculează pe baza valorii minime a consumului specific de muncă, admițînd un număr f maxim de mașini-unelte conduse de acesta. În asemenea condiții de prelucrare aproximate, se determină pentru fiecare clasă valoarea minimă posibilă pentru Z^I (după formula pentru nivelul I de evaluare). Prin comparație cu va-

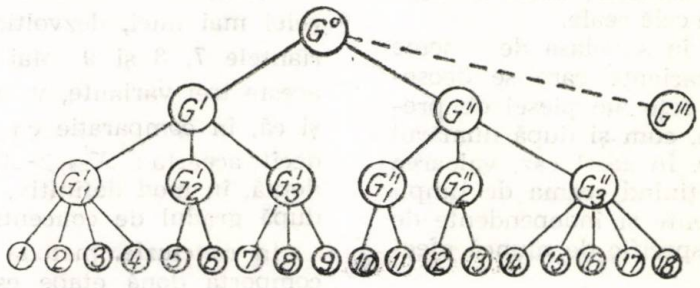


Fig. 1 Împărțirea mulțimii de variante de structură a M.A. în clase, în vederea aplicării metodei de „ramificații și limite" pentru alegerea variantei optime.

loarea inferioară, rezultată pentru un reprezentant al clasei, se elimină o serie de clase, rămînînd pentru analiza ulterioară o singură clasă ; se restrînge astfel în mod net domeniul de căutare.

La al doilea pas, în clasa în care valoarea Z^I rezultă a fi minimă, se alege subclasa de scheme de „perspectivă". În acest scop, în

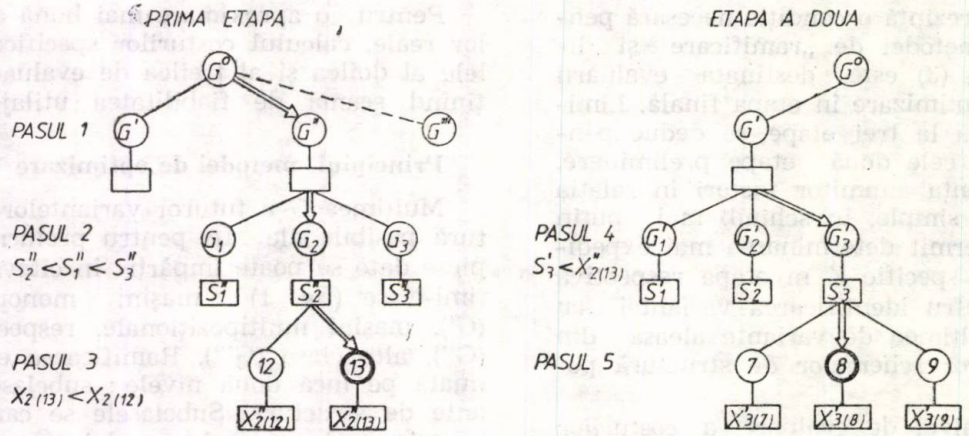


Fig. 2 Căutarea dirijată a variantei optime de structură a M.A.

completarea variantei considerate de prelucrare a piesei, se creează variante noi de MA utilizînd scheme de structură din subclasele vecine. Apoi se compară valorile criteriului de optimizare Z^{II} din tabelul 1, care rezultă pentru subclasele considerate, caracterizate prin simultaneitatea prelucrării în paralel, succesivă şi paralel-succesivă. Deci alegerea se face ţinînd seama de fiabilitatea utilajului şi de costul asociat al sculelor, adică în condiţii foarte apropiate de cele reale.

La pasul al treilea, în subclasa de scheme aleasă, se analizează variante care se deosebesc după numărul de feţe ale piesei de prelucrat în fiecare poziţie, cum şi după numărul de poziţii ale maşinilor. În acest caz, valoarea criteriului Z^{III} se află ţinînd seama de timpii de întrerupere, dependente şi independente de utilaj, şi de consumul specific de muncă efectiv al operatorului.

Luarea în consideraţie a tuturor factorilor de bază poate avea drept consecinţă faptul că nu întotdeauna varianta cu concentrare maximă a operaţiilor din subclasa dată să fie cea optimă. Diferenţa între concentrarea maximă şi cea optimă este cu atît mai mare, cu cît utilajul consdierat este mai complex şi cu cît programul de producţie al pieselor este mai redus. În figura 2 cele mai bune rezultate prezintă varianta 13, adică $X^{II}_{2(13)}$, dar această variantă cu concentrare maximă a operaţiilor poate să nu fie cea optimă.

O caracteristică importantă a metodei, garantînd obţinerea soluţiei optime, o constituie verificarea prin revenire la rezultatele calculelor anterioare, adică prin compararea valorii Z^{III}, care se obţine la pasul al treilea, cu valorile Z^I şi Z^{II} obţinute la variantele examinate în cei doi paşi precedenţi (fig. 2). Dacă $Z^{III} < Z^{II}$ şi $Z^{III} < Z^I$, varianta aleasă este optimă. Dacă $Z^{III} > Z^{II}$ sau/şi $Z^{III} > Z^I$, este necesar să se dezvolte alte variante, la fiecare pas următor, comparînd valorile Z^I şi Z^{II} pentru acestea, cu valoarea Z^{III} obţinută iniţial.

Să presupunem, că $\xi^I < X^{II}_{2(13)}$. Deci dezvoltarea clasei G' constatăm, de exemplu că $S_3' < X^{II}_{2(13)}$. Continuăm căutarea valorii celei mai mici, dezvoltînd subclasa G_3' în variantele 7, 8 şi 9. Mai presupunem că, între aceste trei variante, valoarea $X'_{3(8)}$ este minimă şi că, în comparaţie cu $X''_{2(13)}$, este mai mare decît aceasta : $X'_{3(8)} > X^{II}_{2(13)}$. Ca urmare se adoptă, în mod definitiv, varianta 13 ca optimă după gradul de concentrare a operaţiilor.

În **concluzie**, metoda de optimizare expusă comportă două etape esenţiale : determinarea preliminară a soluţiei optime pentru structura MA şi verificarea prin recurenţă a optimalităţii soluţiei preliminare. Această metodă de optimizare iterativă necesită elaborarea unui număr minim de variante de structură ale procesului şi schemelor de MA (de obicei 5...6 variante) şi evaluarea exactă a 2...3 variante doar la pasul al treilea de rezolvare a problemei, ceea ce permite constructorului să aleagă soluţia cea mai bună, în stadiul cel mai puţin avansat al proiectării, deci cu un

consum de muncă minim. Este elaborat și un program de proiectare, asistată de calculator, care permite fie automatizarea completă a procedeului de căutare a soluției optime, fie proiectarea în regim de dialog „constructor-calculator electronic". Folosirea metodei prezentate oferă posibilitatea de a se acumula și generaliza, într-un timp scurt, experiența unor soluții anterioare, ceea ce reduce în continuare domeniul de căutare (uneori procedeul poate fi redus la căutarea unei piese-prototip cu un program de producție corespunzător) și contribuie la calificarea rapidă a constructorului.

Clasificarea schemelor de structură a MA după gradul de concentrare a operațiilor elementare

Aplicarea metodei de sinteză a structurii MA necesită o sistematizare a schemelor de structură în cadrul unei clasificări, pe baza căreia să poate fi generate diferite variante de structură ale MA. O asemenea clasificare este arătată în figura 3. Semnele convenționale

împărțite în două clase : MA cu gradul întîi și MA cu gradul al doilea de concentrare a operațiilor (K_I, respectiv K_{II}) Pot fi aplicate și scheme de MA cu un al treilea grad de concentrare a operațiilor (K_{III}) reprezentînd MA de structură complexă, compuse din MA cu gradul al doilea de concentrare a operațiilor. Cu toate că metoda de alegere a schemelor de structură permite rezolvarea problemei și în acest din urmă domeniu, nu se examinează aplicații în legătură cu utilizarea unor asemenea sisteme complexe, deoarece industria constructorilor de mașini a R.P. Bulgaria nu este specializată în prezent în domeniul creării unor linii complexe de acest fel.

În cadrul fiecărei clase, operațiile elementare se pot executa succesiv, în paralel, sau paralel-succesiv (fig. 3). Caracteristica de bază a clasei K_I este prelucrarea piesei într-o singură poziție. La prelucrarea succesivă a suprafețelor de același fel, din diferite laturi (cu dispozitiv de divizare), sau la prelucrarea succesivă cu scule diferite a suprafeței piesei

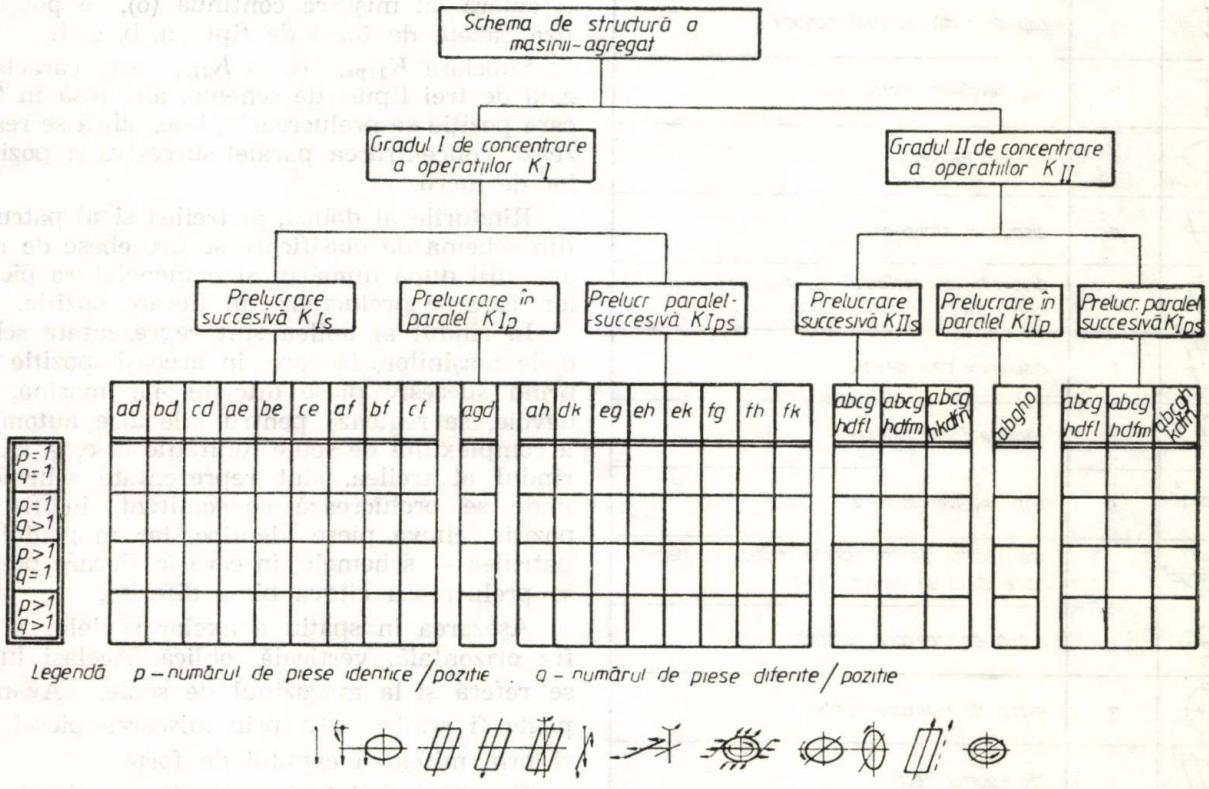


Fig. 3 Clasificarea schemelor de mașini-unelte agregat, după gradul de concentrare al operațiilor elementare.

adoptate pentru reprezentarea elementelor componente tipizate ale MA în prezentarea grafică a clasificării se dau în tabelul 2.

În funcție de numărul și succesiunea operațiilor tehnologice elementare, MA, pot fi

din aceeași latură (cu cap revolver), cum și la asocierea acestor două procedee de prelucrare (cu cap revolver și dispozitiv de divizare), avem de-a face cu concentrarea succesivă de gradul întîi a operațiilor elementare (K_{Is}.

În cazul prelucrării concomitente a uneia, sau a cîtorva suprafețe ale piesei de pe diferite laturi, se realizează concentrarea paralelă de gradul întîi a operațiilor elementare (K_{Ip}).

Prelucrarea în paralel a cîtorva suprafețe, îmbinată cu prelucrarea succesivă a piesei din diferite laturi sau prelucrarea succesivă a fiecărei suprafețe de pe o singură parte a piesei cu prelucrarea concomitentă din cîteva părți reprezintă concentrarea paralel-succesivă de gradul întîi a operațiilor (K_{Ips}).

Semne convenționale reprezentînd elementele componente tipizate ale mașinilor-unelte

Tabelul 2

Semn convențional	Simbol	Denumirea elementului component tipizat al mașinii – unelte agregat
		mecanism de avans
		mecanism de rotire a sculei
	a	cap de forță automat monoax
	b	cap revolver pentru scule
	c	tambur de scule
	d	dispozitiv staționar
	e	dispozitiv de deplasare cu mișcare alternativă
	f	dispozitiv de indexare
	g	cap de forță multiax
	h	cap revolver multiax
	k	transportor pentru capete multiax cu deplasare după un contur închis
	l	masă de indexare rotativă
	m	masă de indexare tambur
	n	transportor rectiliniu
	o	masă circulară cu mișcare continuă

În rîndul superior al subclasei K_{Is} sînt examinate schemele, care se deosebesc după tipul dispozitivului (d, e, f) și tipul capetelor de forță (a, b, c).

Clasa K_{Ip} este reprezentată de o singură schemă, ale cărei tipuri pot fi caracterizate după numărul laturilor de prelucrat ale piesei. Aici, pe lîngă captele monoax, se folosesc și capete multiax.

În schemele din subclasa K_{Ips} se utilizează tipurile de dispozitive și capete de forță, menționate mai sus. În plus, se examinează capete revolver multiax pe mese de avans (h), cum și capete de forță multiax (g) cu mecanisme pentru înlocuirea automată a unităților de forță.

În clasa K_{II} figurează mașinile multipoziție, de asemenea cu trei subclase. Subclasa K_{IIs} este caracterizată prin trei tipuri de scheme : cu masă de indexare rotativă (l), cu tambur rotativ (m), cu transportor rectiliniu, cu acțiune periodică (n). La fiecare poziție se pot instala capetele de forță amintite. Particularitatea acestei scheme constă în aceea că, în fiecare moment, pe mașină se află o singură piesă, care trece succesiv prin toate pozițiile.

În subclasa K_{IIp}, ca și în cazul clasei K_I, există o singură schemă. Se folosește o masă circulară cu mișcare continuă (o), se pot utiliza capete de forță de tipul a, b, g, h.

Subclasa K_{IIps}, ca și K_{IIs}, este caracterizată de trei tipuri de scheme, aici însă în fiecare poziție se prelucrează piese, adică se realizează concentrarea paralel-succesivă a pozițiilor de lucru.

Rîndurile al doilea, al treilea și al patrulea din schema de clasificare se deosebesc de rîndul întîi după numărul și nomenclatura pieselor, care se prelucrează în fiecare poziție.

În rîndul al doilea sînt reprezentate schemele mașinilor, la care în aceeași poziție se prind succesiv piese diferite, iar mașina, la nevoie, se reglează pentru înlocuire automată a complexului de scule (unitățile b, c, g, k). În rîndul al treilea, sînt reprezentate schemele, unde se prelucrează concomitent, în fiecare poziție, cîteva piese identice, iar în rîndul al patrulea — schemele, în care în fiecare poziție se prelucrează cîteva piese diferite.

Așezarea în spațiu a axelor sculelor poate fi : orizontală, verticală, oblică. Același lucru se referă și la magazinul de scule. Avansul poate fi realizat atît prin mișcarea piesei, cît și prin mișcarea capului de forță.

O caracteristică importantă a clasificării este nu numai generalizarea schemelor existente, dar și încadrarea schemelor posibile, nerealizate pînă în prezent din diferite motive.

Pe baza acestei clasificări se poate trece la generarea variantelor de scheme de structură a MA, în vederea căutării dirijate a soluției optime.

Metodologia de stabilire a schemei de structură optime a mașinilor-unelte agregat

Determinarea schemelor de structură celor mai raționale ale MA se desfășoară în următoarele etape :

Etapa I. Întocmirea tabelei cu informația primară. Ca informație primară pentru elaborarea variantelor de structură ale procesului și a schemelor tehnologice ale MA, se utilizează desenele piesei finite și brute, programul de producție anual, caracteristicile unităților de agregare din gama existentă, itinerarul tehnologic inițial pentru prelucrarea piesei, întocmit ținînd seamă de posibilitățile de realizare a cerințelor de precizie și de calitate a suprafeței piesei. În itinerarul tehnologic sînt indicate bazele pentru prelucrarea de degroșare și se dă tabelul de restricții în ceea ce privește secvența de realizare a trecerilor tehnologice. Informația menționată, se consideră ca fiind dată.

Etapa II. Formarea blocurilor de scule. Pe baza itinerarului tehnologic și a posibilității de realizare constructivă, se formează blocurile de scule. În această etapă, a sintezei variantelor de schemă ale MA, se acordă o atenție deosebită caracterului operațiilor elementare, care determină precizia de prelucrare, și secvenței în care se realizează acestea. Se ține seamă de indicațiile tabelelor de restricții, din care rezultă necesitatea prelucrării succesive sau concomitente (în paralel) a suprafeței considerate. Se evidențiază posibilitatea și raționalitatea reunirii de operații prin utilizarea de scule combinate.

O fază deosebit de importantă în sinteza schemei de structură, este formarea de seturi de blocuri de scule (adaptoare revolver și multiax sau scule combinate), care realizează succesiv, în paralel, sau paralel-succesiv operațiile elementare.

Etapa III. Generarea variantelor de structură ale MA. Variantele de MA, necesare pentru căutarea variantei optime, se generează cu ajutorul clasificării schemelor de structură (fig. 3). Formarea variantelor de schemă ale MA, destinate prelucrării piesei considerate, se face pe baza principiului de concentrare maximă a operațiilor elementare.

Etapa IV. Căutarea dirijată a variantei optime de MA la primul nivel de evaluare. În vederea comparării, la acest prim pas al optimizării, se aleg două-trei variante de scheme de structură a MA cu concentrare a operațiilor K_{II}, K_I eventual K_{III}. Căutarea dirijată a variantei optime, în vederea alegerii de variante în fiecare clasă a schemelor de structură, se realizează în așa fel, încît prelucrarea piesei să poată fi făcută pe un număr minim de MA din clasa dată. Aceasta asigură un volum minim de investiții și consum specific de muncă minim la prelucrarea pieselor în diferite condiții.

În calculul costurilor specifice ale fiecărei variante, se folosesc relațiile pentru nivelul întîi de evaluare (Z^I) din tabelul 1.

Rezultatul calculelor arată în care anume clasă de concentrare a operațiilor trebuie să fie căutată varianta optimă. Comparația cu valoarea inferioară, corespunzătoare unui reprezentant al acestei clase, permite eliminarea imediată a celorlalte clase din explorarea ulterioară.

Etapa V. Căutare dirijată a variantei optime de MA la nivelul al doilea. În clasa în care valoarea costurilor specifice Z^I este cea mai mică, se alege o subclasă de scheme de structură, care are perspectiva de a fi optimă, caracterizată prin prelucrare paralelă, succesivă, sau paralel-succesivă. Evaluarea variantelor se face cu ajutorul relațiilor pentru costurile specifice Z_{II} la nivelul al doilea (tabelul 1).

În aplicații, parametrii de fiabilitate se stabilesc pe baza datelor determinate de către laboratorul de fiabilitate al biroului special de construcție (СКБ) din Minsk (U.R.S.S.), în urma unor cercetări statistice întreprinse pe un număr de 10.000 mașini-agregat în condiții de producție. S-a constatat că datele obținute din cercetarea fiabilității mașinilor agregat bulgărești, cu toate că această cercetare a fost efectuată la o scară mult mai redusă, coincid în anumite cazuri cu rezultatele obținute în U.R.S.S. De aceea, se adoptă în această etapă ca valabile valorile la care s-a ajuns în U.R.S.S.

Etapa VI. Căutarea dirijată a variantei optime de MA la nivelul al treilea. În subclasa de scheme de structură, reținută pentru continuarea investigației, se analizează variante care se deosebesc prin numărul de laturi pe care se prelucrează în fiecare poziție, cum și prin numărul de piese la fiecare poziție a MA.

Evaluarea variantelor se face după criteriul Z^{III}, conform formulei din tabelul 1. Introducerea în formule a parametrilor care țin seama de durata întreruperilor în funcționarea mașinii-unelte și de consumul efectiv de muncă al operatorului și al reglorului fac uneori ca varianta cu concentrarea maximă a operațiilor, la care se ajunge în această etapă, să nu fie cea optimă. De aceea, pentru definitivarea variantei optime este necesară o revenire la etapele anterioare.

Etapa VII. Determinarea variantei optime a schemei de structură a MA. Se compară valoarea minimă a costurilor specifice Z^{III} obținută la nivelul al treilea, cu valoarea costurilor Z_j în variantele examinate la cele două nivele anterioare. Dacă $Z^{III} < Z_j$ varianta aleasă este optimă. Dacă $Z^{III} > Z_j$ este necesar ca, folosind aceeași tratare metodologică,

să se calculeze valorile costurilor specifice pentru varianta j în nivelele I și II și să se compare la fiecare nivel următor cu Z^{III} obținut, așa cum s-a arătat la capitolul 2.

O aplicație exemplificativă

Pentru exemplificarea modului de aplicare a metodei expuse, se tratează — în cele ce urmează — stabilirea structurii optime a MA pentru prelucrarea unui scut de generator electric, în cadrul unui program de producție de 1.500.000 buc./an. În figura 4 se prezintă

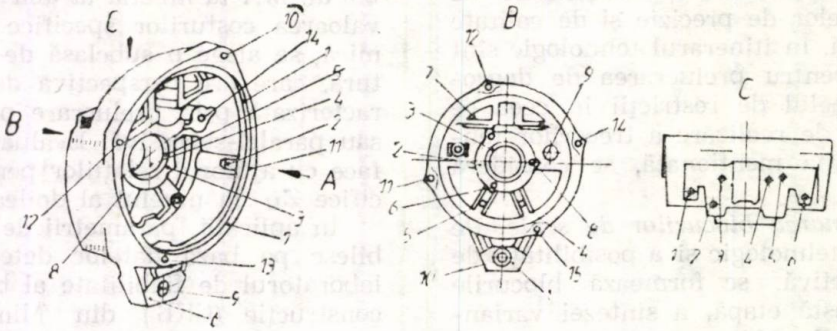


Fig. 4 Scut de generator electric.

desenul piesei, iar în figura 5 — structura procesului tehnologic, restricțiile tehnologice impuse și variantele de structură ale MA din diferite subclase de structuri (K_{1ps} etc.)

Pe desenul piesei se înseamnă diferitele laturi ale piesei (A, B, C etc.) și pe fiecare latură se numerotează suprafețele de prelucrat (1, 2, 3 etc.). Structura procesului tehnologic se prezintă tabelar, pe laturi. În coloanele tabelului se înscriu, pentru fiecare suprafață de prelucrat, operațiile succesive (a, b, c etc.) necesare pentru prelucrarea suprafeței respective, de pe latura considerată.

Astfel, de exemplu, pe latura A a piesei trebuie să se execute alezarea suprafețelor 1, 2 și 4, strunjirea fețelor frontale 3 și 8, teșirile 5 și 7, centrarea găurilor 9 și 14, burghierile 9 și 14, filetarea găurii 14.

Restricțiile cu privire la secvența anumitor operații tehnologice se trec într-un tabel separat, întocmit pe baza unei analize a cerințelor tehnice specificate în desenul piesei. Astfel, în cazul restricțiilor arătate (fig. 5), este necesară prelucrarea simultană într-o singură poziție a două alezaje, pentru a se asigura coaxialitatea acestor alezaje în limitele prescrise și cu abateri minime de la forma geometrică.

Pe baza acestor informații se constituie blocurile de scule. În cazul prelucrării succesive cu sculele respective, se pot folosi atît mașini monopoziție, cît și mașini cu capete revolver. Dacă sculele așchiază în paralel, se pot utiliza atît scule combinate (bară de alezat, în cazul considerat) cît și adaptoare multiax. Numărul de scule din capul multiax depinde de construcția piesei.

Blocurile de așchiere paralel-succesivă pot să reprezinte o sculă combinată complexă sau capete revolver, cu un număr de axe pe fiecare parte. Astfel, de exemplu, la prelucrarea pieselor pe latura A, poate să fie utilizat un cap revolver bipozițional, multiax. În același fel pot fi constituite blocuri de scule pentru celelalte suprafețe. Ținînd seama de blocurile de scule adoptate, se trece apoi la generarea variantelor de scheme de structură funcțional-tehnologice, pentru diferite concentrări de operații elementare, ale MA care formează sistemul de prelucrare a scutului de generator. Se ajunge, astfel, în cazul considerat, la examinarea unui număr de 7 variante, arătate în figura 5. Operațiile tehnologice elementare sînt simbolizate ; de exemplu, simbolul A 6 b arată că se face frezarea finală (b) a suprafeței 6 de pe latura A a piesei. Grupa de operații care se efectuează cu blocuri de scule este încadrată cu o linie întreruptă, iar operațiile care se concentrează într-o MA — cu o linie continuă.

Căutarea dirijată a variantei optime, prezentată sub formă de graf arbore, este arătată în figura 6. Pe aceeași figură sînt indicate, pentru fiecare variantă considerată, valorile criteriului de optimizare, care servesc pentru compararea acestor variante și stabilirea celei optime. Structura diferitelor variante este arătată în tabelul 3.

La primul pas se abordează clasele de structuri și se constată că varianta a doua (V_2), reprezentînd clasa K_{II} (MA multipoziție) are costul specific Z^I cel mai mic —294.000 leva. Se abandonează celelalte două clase și, la pasul al doilea, se ramifică în continuare numai clasa K_{II} după cele trei subclase K_{IIps}, K_{IIs} și K_{IIp}, respectiv variantele V_2, V_4 și V_5. Compararea lor după costul specific Z^{II} arată

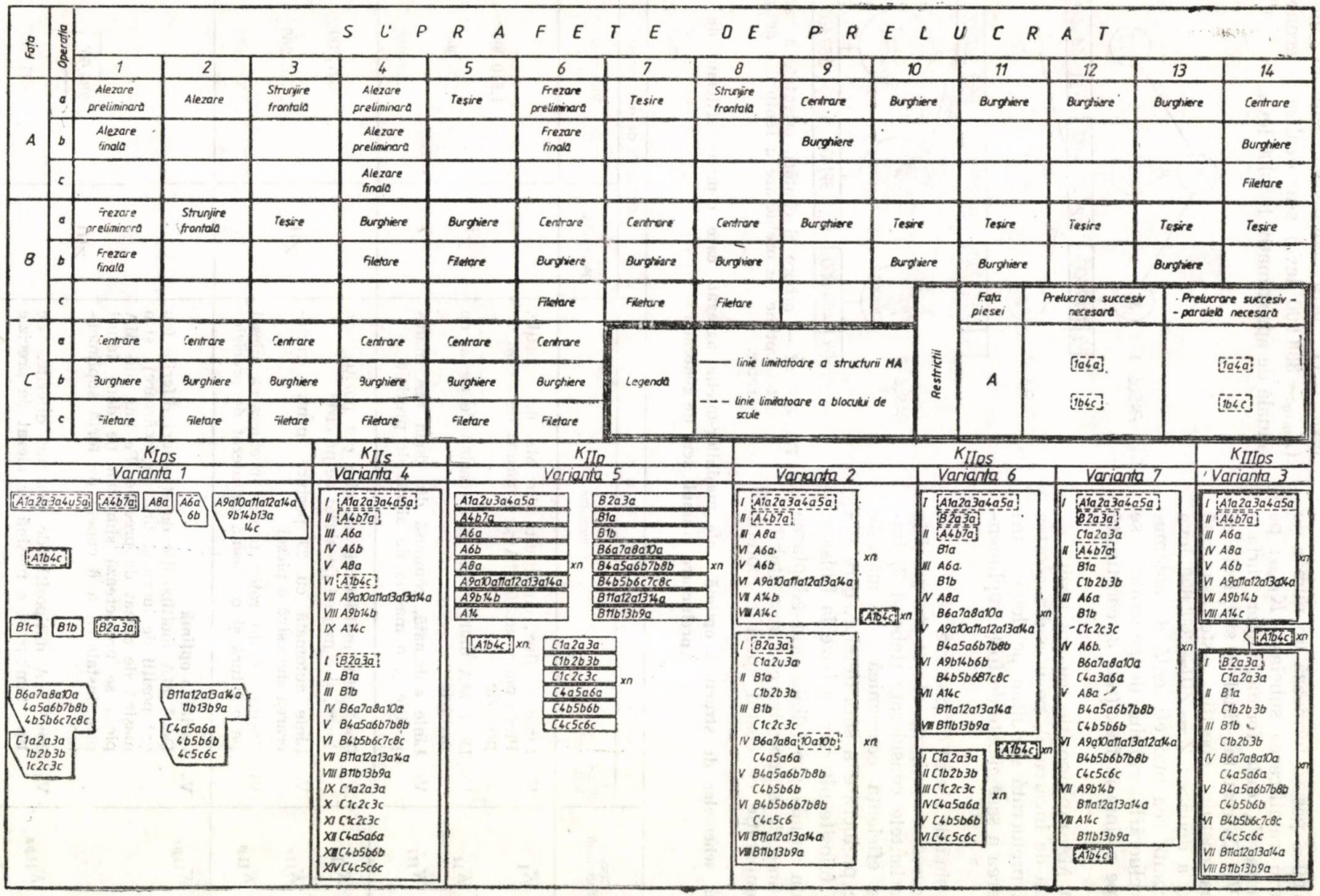


Fig. 5 Formarea variantelor de structură aie procesului tehnologic de prelucrare a unui scut de generator electric.

că subclasa K_{IIps} (V_2) — MA multipoziție cu prelucrare paralel-succesivă — este cea mai avantajoasă ($Z^{II} = 327.000$ leva).

La al treilea pas se formează un număr de variante prin ramificarea subclasei K_{IIps}: pe lîngă varianta V_2, deja formată apar variantele V_6 și V_7. Ca rezultat final se stabilește că minimizarea costului specific este asigurată de varianta a doua cu $Z = Z^{III} = 388.600$ leva și deci varianta cea mai eficientă de automatizare a prelucrării scutului de generator se realizează pe o linie în flux (tab. 3) constituită din :

— două MA multipoziție (cu opt poziții de lucru și una de încărcare), pe una din acestea piesa fiind prelucrată simultan pe două laturi prin instalarea a șase capete de forță suplimentare ;

— o mașină de alezat de precizie.

Introducerea mașinii de alezat de precizie în toate variantele considerate (tabelul 3) îmbunătățește eficiența economică și mărește precizia de prelucrare a suprafețelor, care urmează a fi folosite ulterior ca baze la finisare.

Economia anuală previzibilă prin adoptarea soluției optime de automatizare a fost stabilită prin comparație cu costul specific ipotetic în condițiile tehnologiei, aplicată actualmente în exploatare, cost care s-a ridicat la 578.000 leva. Deci prin adoptarea soluției optime ($Z_{min} = 388.600$ leva) s-ar realiza o economie anuală de aproximativ 190.000 leva.

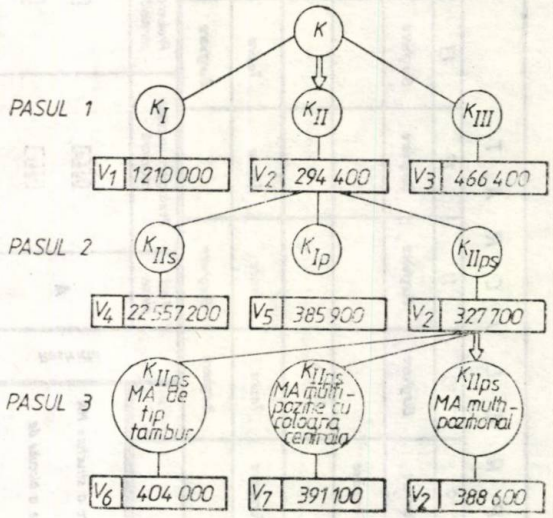


Fig. 6 Graf — arbore al căutării orientate a variantei optime de prelucrare a scuturilor de generator.

Sinteza schemelor de structură optimă ale mașinilor-unelte agregat, care compun sistemul de prelucrare a unui scut de generator

Tabelul 3

Pasul	Clasă/ subclasă	Varianta: Simbol	Varianta: Structură	Criteriul de optimizare: Formula	Criteriul de optimizare: Valoarea [leva]
1	K_I	V_1	Linie în flux, constituită din MA monopoziție. Piesa parcurge 10 MA și o mașină de alezat de precizie	Z^I	1.210.000
	K_{II}	V_2	Două MA multipoziție și o mașină de alezat de precizie		294.000
	K_{III}	V_3	Linie automată, compusă din două MA multipoziție și o mașină de alezat de precizie		466.400
2	K_{IIps}	V_2	Două MA multipoziție cu cîte opt poziții de lucru, și o mașină de alezat de precizie	Z^{II}	327.700
	K_{IIs}	V_4	Linie automată cu 23 posturi pentru prelucrarea succesivă a piesei		22.557.200
	K_{IIp}	V_5	Mașini de tip rotor pentru prelucrarea piesei pe o latură și o mașină de alezat de precizie		385.900
3	K_{IIps}	V_2	**Varianta optimă** Două MA multipoziție de structuri diferite (cu opt poziții de lucru și una de încărcare) și o mașină de alezat de precizie. Pe una din MA piesa se prelucrează simultan pe două laturi prin instalarea a 6 capete de forță suplimentare	Z^{III}	388.60'
	K_{IIps}	V_6	Două MA mltipoziție de structuri diferite, de tip tambur și o mașină de alezat de precizie		404.000
	K_{IIps}	V_7	MA multipoziție cu coloană centrală și o mașină de alezat de precizie		391.000

Perspective

Experiența dobîndită prin utilizarea metodei de căutare dirijată a stucturii optime a procesului tehnologic de prelucrare și a mașinilor-unelte agregat care-l realizează permite să se prevadă dezvoltarea în continuare a acestei metode în domeniile :

— automatizarea proiectării proceselor tehnologice și utilajelor agregat cu ajutorul calculatorului electronic, inclusiv generarea schemelor de structură ale acestor utilaje, pregătirea datelor necesare optimizării lor și realizarea schemelor de structură optime prin prelucrarea acestor date, precum și afișarea sau desenarea structurilor obținute ;

— sinteza schemei de structură a utilajelor de montaj agregat și alegerea variantei optime a procesului tehnologic de montaj al subansamblelor și produselor ;

— crearea unei bănci de date, în care să fie generalizată, cu ajutorul calculatorului electronic, experiența sintezei optimale de mașini-unelte și utilaje de montaj agregat realizate, în scopul dezvoltării în continuare a ideilor de optimizare a proceselor tehnologice de prelucrare mecanică și montaj.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Dascenko A. J., Grozdanova, Snejina* : Modelirovanie i optizacija struktur tehnologiceskih sistem. În : Mehanika masin, vol. 55, Moskova, Ed. „Nauka", 1979.

[2] *Grozdanova, Snejina* : Optimizacija na tehnologiceskija proces i strukturno-komponovacnite shemi na agregatni masini za serijno i masovo proizvodstvo. Comunicare la sesiunea științifică de la Institutul de mașini și elecrotehnic „V.I. Lenin", Sofia, 1981.

[3] *Grozdanova, Snejina* : Razrabotvane na metod za izbor na naj-racionalni strukturno-komponovacni shemi na agregatni masini za korpusni detajli sas slozna forma. Autoreferat asupra dizertației pentru atribuirea titlului științific de candidat în științele tehnice, Sofia, 1981.

CZ : 621.91.07

Optimizarea multicriterială a parametrilor regimului de așchiere la operația de strunjire

Șef lucr. dr. ing. Buzatu **CONSTANTIN** — Universitatea din Brașov

Introducere

Preocupările în domeniul optimizării diferitelor etape ale proiectării proceselor de producție au cunoscut, în ultimul timp, o puternică dezvoltare, cînd a crescut în mod remarcabil interesul cercetătorilor pentru o categorie nouă de probleme de optimizare, bazate pe utilizarea programării matematice.

Așa cum se cunoaște, în proiectarea proceselor tehnologice de prelucrare prin așchiere, o importanță deosebită prezintă „adoptarea" parametrilor regimului de așchiere, deoarece, dacă valorile acestora nu sînt optime, condițiile tehnice și economice sînt influențate nefavorabil.

Desigur, cînd se spune că trebuie să se determine un regim de așchiere optim, trebuie să se precizeze în primul rînd funcția (funcțiile) obiectiv adoptată (adoptate).

În al doilea rînd, optimizarea parametrilor regimului de așchiere presupune și satisfacerea de către aceștia, a unor condiții restrictive, specifice fiecărui proces de prelucrare prin așchiere.

Din cele de mai sus, rezultă că determinarea parametrilor regimului de așchiere nu trebuie să mai fie pentru inginerii tehnologi o problemă de adoptare (bazată de obicei pe experiență profesională, rutină), ci o problemă de decizie, bazată pe metode științifice de calcul.

În lucrarea de față se propune un algoritm de calcul al parametrilor optimi ai regimului de așchiere la strunjire (ușor de generalizat la toate operațiile de prelucrare), care ia în considerare nu numai o funcție-obiectiv, ci mai multe.

Întocmirea modelului matematic

Modelele matematice prezentate în literatura de specialitate [1, 3], cu caracter general, optimizează valorile parametrilor regimului de așchiere, luînd în considerare o singură funcție-obiectiv.

Acest mod de rezolvare, deși corect, nu răspunde favorabil decît întîmplător multitudinii de cerințe ale practicii de producție.

În producție, în cele mai frecvente cazuri se urmărește (mai ales astăzi, cînd cerințele de cost tehnologic și productivitate sînt legate tot mai mult de obținerea unor produse de o precizie și calitate ridicată) îndeplinirea simultană a mai multor considerente tehnico-economice, dintre care cele mai importante considerăm a fi următoarele : cost minim de pre-

lucrare, consum minim de energie electrică în procesul de prelucrare, precizie maximă de lucru și rugozitate minimă a suprafeței așchiate.

Astfel pusă și rezolvată, problema optimizării parametrilor regimului de așchiere are un caracter aplicativ mult mai pronunțat.

În vederea întocmirii modelului matematic de optimizare a parametrilor regimului de așchiere, determinarea expresiilor funcțiilor-obiectiv adoptate are o mare importanță, atît pentru precizarea naturii (liniar sau neliniar), cît și a algoritmului de rezolvare a acestuia.

Adoptînd drept funcții-obiectiv, cerințele precizate mai sus, acestea se determină astfel [2] :

a) *Costul prelucrării, C* cu relația :

$$C = C_1 \cdot \tau_{bm} + C_2 \cdot n_{ar}, \tag{1}$$

în care :

C_1 este retribuția muncitorului care efectuează prelucrarea la operația respectivă, în [lei/min] ;

C_2 — cheltuieli legate de schimbarea, reascuțirea și reglarea sculei, în [lei/min] ;

τ_{bm} — timpul de bază de mașină, în [min/buc];

n_{ar} — numărul de schimbări, reascuțiri și reglări ale sculei în timpul prelucrării piesei la operația respectivă.

Cunoscînd că :

$$\tau_{bm} = \frac{l_s \cdot Z_b}{n \cdot t \cdot s}, \tag{2}$$

$$n_{ar} = \frac{1}{N_p^{2r}}, \tag{3}$$

în care :

— l_s reprezintă lungimea parcursă de sculă cu avans de lucru în [mm] ;

— z_b — adaosul de prelucrare care se îndepărtează de pe piesă la operația respectivă, în [mm] ;

— n — turația piesei, în [mm/rot] ;

— t — adîncimea de așchiere, în [mm] ;

— s — avansul, în [mm/rot] ;

— N_p^{2r} — numărul de piese executate între două reascuțiri ale sculei.

Acest parametru, depinde în cea mai mare măsură de regimul de așchiere ; prin înlocuirea relațiilor (2) și (3) în relația (1), aceasta devine :

$$C = \frac{l_s \cdot Z_b}{n \cdot t \cdot s} C_1 + \frac{C_2}{N_p^{2r}} \tag{4}$$

Pentru determinarea parametrului N_p^{2r}, dacă se notează cu Δ_{T_1} eroarea totală de prelucrare aferentă unei piese strunjite, se poate scrie că la limită :

$$\Delta_{T_1} \cdot N_p^{2r} \to \delta_p, \tag{5}$$

unde δ_p reprezintă toleranța impusă piesei, în [mm].

În conformitate cu o serie de date experimentale [2], s-a dedus că Δ_{T_1} poate fi determinat cu o relație de forma :

$$\Delta_{T_1} = 10^{-3} C_{\Delta_T} \cdot \tau t \cdot s^{y_{\Delta_T}} \cdot v^{z_{\Delta_T}}, \tag{6}$$

în care C_{Δ_T}, y_{Δ_T}, z_{Δ_T} sînt coeficienți ce depind de condițiile concrete de așchiere, iar $v = \pi\, dn/1000$ este viteza de așchiere, în [m/min] (d fiind diametrul piesei ce se prelucrează).

Ținînd cont de relațiile (5) și (6), relația (7) devine :

$$C = \frac{l_s \cdot z_b}{n \cdot t \cdot s} C_1 + 10^{-3} \left(\frac{\pi d}{10^3}\right)^{z_{\Delta_T}} \cdot \frac{C_{\Delta_T} \cdot \tau \cdot t \cdot s^{y_{\Delta_T}} n^{z_{\Delta_T}}}{\delta_p} \cdot C_2, \tag{7}$$

expresie neliniară în raport cu parametrii regimului de așchiere n, t, s.

b) *Consumul de energie electrică* în timpul prelucrării este o componentă importantă (mai ales în cazul operațiilor de strunjire, care reprezintă aproximativ 20—30 % din totalul prelucrărilor prin așchiere), ce afectează costul produsului și care trebuie să stea în atenția tuturor serviciilor tehnologice, mai ales că cercetările noastre teoretice și experimentale [2], [4] au arătat că parametrii regimului de așchiere influențează esențial asupra cantității de energie ce se consumă în procesul de așchiere.

Cunoscînd că relația energiei electrice E consumate, funcție de timp, în procesul de așchiere, este de forma :

$$E = P \cdot \tau, \tag{8}$$

în care P reprezintă puterea necesară realizării mișcării principale de așchiere, dată de relația :

$$P = \frac{F_z \cdot v}{6{,}12 \cdot 10^4}, \tag{9}$$

unde F_z este forța principală de așchiere, din combinarea relațiilor (8) și (9) se obține :

$$E = \frac{F_z \cdot v}{6{,}12 \cdot 10^4} \cdot \tau \tag{10}$$

Dacă se ține cont că :

$$F_z = C_{F_z} \cdot t^{x_{F_z}} \cdot S^{y_{F_z}} HB^{n_1}, \tag{11}$$

în care C_{F_z}, X_{F_z}, Y_{F_z}, n_1 sînt coeficienți ce depind de condițiile concrete de așchiere, folo-

sind expresia (2) a timpului de lucru și relația vitezei de așchiere, se obține după transformări ca :

$$E = \frac{\pi d l_s z_b C_{F_z} \cdot HB^{n_1}}{6{,}12 \cdot 10^7} \cdot t^{x_{F_z}-1} \cdot S^{y_{F_z}-1}, \quad (12)$$

relație ușor de liniarizat (prin logaritmare), în raport cu parametrii regimului de așchiere.

c) Precizia de prelucrare, se exprimă prin expresia erorii totale de prelucrare sub forma [2] :

$$\Delta_T = \left(\frac{\pi d}{10^3}\right)^{z_{\Delta_T}} \cdot C_{\Delta_T} \cdot \tau \cdot t \cdot s^{y_{\Delta_T}} \cdot n^{z_{\Delta_T}}, \quad (13)$$

relație care, de asemenea poate fi ușor liniarizată în raport cu parametrii regimului de așchiere.

d) Rugozitatea suprafeței prelucrate se exprimă în conformitate cu cele prezentate în [2], prin relații politrope (ușor de liniarizat) de forma :

$$R_a = C_{R_a} \cdot S^{y_{R_a}} \cdot n^{z_{R_a}}, \quad (14)$$

în care C_{R_a}, y_{R_a}, z_{R_a} sînt coeficienți ce depind de condițiile concrete de așchiere.

După ce s-au determinat expresiile funcțiilor de optimizare în raport cu parametrii regimului de așchiere, este cunoscut că aceștia nu pot lua orice valori care ar putea conduce la un punct de extrem global al funcțiilor obiectiv-adoptate (singulare sau multiple), deoarece sînt îngrădiți de o serie de condiții concrete de prelucrare, ce au căpătat denumirea de relații restrictive de calcul.

Problema alegerii relațiilor restrictive de calcul în modelul matematic de optimizare este destul de importantă, întrucît neluarea în considerare a unora poate influența negativ optimizarea procesului de așchiere.

Pe de altă parte, este necesar ca modelele matematice întocmite să fie cît mai simple, pentru a fi mai ușor rezolvate.

Pentru operația de strunjire, în cazul producției de serie mare, relațiile restrictive de care trebuie să se țină seama, sînt cele impuse de [1], [2] :

— ritmul liniei tehnologice, exprimat astfel :

$$nts \geqslant \frac{l_s \cdot z_b}{R_t Q_{mu} k_i - \tau_1}, \quad (15)$$

— cinematica mașinii unelte :

$$\left.\begin{aligned} n_{\min} \leqslant n \leqslant n_{\max} \\ s_{\min} \leqslant s \leqslant s_{\max} \\ t_{\min} \leqslant t \leqslant z_b \end{aligned}\right\}, \quad (16)$$

— puterea necesară pentru așchiere :

$$nt^{x_{F_z}} S^{y_{F_z}} \leqslant \frac{6{,}12 \cdot 10^7 \eta \cdot P_{mu}}{\pi d C_{F_z} HB^{n_1}}, \quad (17)$$

— condiția de rezistență a sculei

$$t^{x_{F_y}} S^{y_{F_y}} \leqslant \frac{\sigma_a B^2}{HB^{n_1} \cdot \xi \cdot C_{F_z}}, \quad (18)$$

— încărcarea maximă admisă de mecanismul de avans al mașinii-unelte :

$$t^{x_{F_y}} S^{y_{F_y}} \leqslant \frac{F_a}{C_{F_y} \cdot HB^{n_2}}, \quad (19)$$

— temperatura admisibilă în zona de așchiere :

$$n^{n_\theta} \cdot t^{y_\theta} S^{z_\theta} \leqslant \frac{\theta_a}{C_\theta}, \quad (20)$$

— stabilitatea globală a procesului de prelucrare :

$$t^{x_{F_z}} \cdot S^{y_{F_z}} \leqslant \frac{g_1 \delta_p K}{2 C_F} \quad 21)$$

Semnificațiile mărimilor din relațiile (15)÷(21) sînt următoarele :

— R_t — ritmul liniei tehnologice, în [min/buc.] ;

— Q_{mu} — numărul de utilaje folosit la operația respectivă ;

— k_i — coeficient de încărcare a utilajului ;

— τ_1 — timpul auxiliar la operația respectivă ;

— $n_{\max}$, $n_{\min}$, $S_{\max}$, $S_{\min}$ — limitele maxime și minime de turații și avansuri ce se pot realiza pe mașina-unealtă ;

— $t_{\min}$ — adîncimea de așchiere minimă sub care așchierea este întreruptă ;

— P_{mu} — puterea motorului electric de la care mașina-unealtă primește mișcarea principală de așchiere, [în kW] ;

— η — randamentul lanțului cinematic principal al mașinii-unelte ;

— σ_a — rezistența admisibilă la încovoiere a materialului sculei, [în N/mm^2] ;

— B — dimensiunea secțiunii de calcul a corpului cuțitului, măsurată perpendicular pe suportul componentei F_z, în [mm] ;

— ξ — coeficient care depinde de secțiunea de fixare a sculei și de raportul dintre componentele forței de așchiere ;

— F_a — forța maximă admisă de mecanismul de avans al mașinii-unelte, în [N] ;

— θ_a — temperatura maximă admisibilă a muchiei aschietoare (rezistența la roșu a materialului sculei) în [°C] ;

x_θ, y_θ, z_θ, C_θ — coeficienți care depind de condițiile concrete de așchiere ;

— $g_1 \leqslant 1$ este un coeficient care ține seama de poziția dimensiunii de reglaj a sculei în cîmpul de toleranță al piesei δ_p și de influența factorilor aleatori care afectează precizia de prelucrare ;

— K — rigiditatea dinamică a sistemului piesei, în punctul de început a prelucrării, în [daN/mm].

Avîndu-se în vedere expresiile funcțiilor-obiectiv adoptate, date prin relațiile (7), (12), (13) și (14), precum și relațiile restrictive (15) ÷ (21), formularea matematică a problemei de optimizare a parametrilor regimului de așchiere la operația de strunjire este următoarea :

Să se determine valorile mărimilor n, t, s, care minimizează funcțiile :

$$C = \frac{l_s \cdot z_b}{nts} C_1 + 10^{-3} \left(\frac{\pi d}{10^3}\right)^{z_{\Delta_T}} \cdot \frac{C_{\Delta_T} \cdot \tau \cdot t \cdot S^{y_{\Delta_T}} \cdot n^{z_{\Delta_T}}}{\delta_p} \cdot C_2 \to \min,$$

$$E = \frac{\pi d l_s z_b C_{F_z} HB^{n_1}}{6{,}12 \cdot 10^7} \cdot t^{x_{F_x}-1} \cdot S^{y_{F_z}} \to \min,$$

$$\Delta_T = \left(\frac{\pi d}{10^3}\right)^{z_{\Delta_T}} C_{\Delta_T} \tau \cdot t \cdot S^{y_{\Delta_T}} \cdot n^{z_{\Delta_T}} \to \min,$$

$$R_a = C_{R_a} \cdot S^{y_{R_a}} \cdot n^{z_{R_a}} \to \min,$$

în condițiile :

$$\left.\begin{aligned}
nts &\geqslant \frac{l_s \cdot z_b}{R_l \cdot Q_{mu} \cdot k_i - \tau_1}, \\
nt^{x_{F_z}} S^{y_{F_z}} &\leqslant \frac{6{,}12 \cdot 10^7 \eta \cdot P_{mu}}{\pi d C_{F_z} \cdot HB^{n_1}}, \\
t^{x_{F_y}} S^{y_{F_y}} &\leqslant \frac{\sigma_a \cdot B^2}{\xi C_{F_z} \cdot HB^{n_1}}, \\
t^{x_{F_y}} S^{y_{F_y}} &\leqslant \frac{F_a}{C_{F_y} \cdot HB^{n_2}}, \\
n^{x_\theta} t^{y_\theta} S^{z_\theta} &\leqslant \frac{\theta_a}{C_\theta}, \\
t^{x_{F_z}} S^{y_{z_z}} &\leqslant \frac{g_1 \delta_p K}{2C_F}, \\
n_{\min} \leqslant n &\leqslant n_{\max}, \\
S_{\min} \leqslant S &\leqslant S_{\max}, \\
t_{\min} \leqslant t &\leqslant Z_b
\end{aligned}\right\} \quad (22)$$

Problema astfel formulată constituie modelul matematic de optimizare.

Algoritmul de rezolvare

Dacă se are în vedere că adîncimea de așchiere t este o mărime constantă (determinată prin calculul adaosului de prelucrare [1]), modelul matematic exprimat prin relațiile (22), cuprinde două variabile și anume n, respectiv s.

Se observă, însă, că modelul matematic întocmit este neliniar, datorită expresiei funcției obiectiv C. Aceasta însă poate fi ușor liniarizată folosind metoda condensării (avînd în vedere că relația (7) este un polinom) tratată pe larg și cu programe pentru calculator în lucrarea [5], astfel că expresia costului prelucrării poate fi adusă la forma :

$$C \approx C_k \cdot n^{k_1} \cdot S^{k_2}, \quad (23)$$

ușor de liniarizat ca și celelalte relații din modelul matematic (22), prin substituții de forma:

$$x_1 = \lg n \; ; \; x_2 = \lg (100 \cdot s) \quad (24)$$

Cunoscînd că, în general, extremele globale ale funcțiilor-obiectiv adoptate sînt diferite față de cele care trebuie să verifice și relațiile restrictive impuse de condițiile concrete de prelucrare, abordarea problemei rezolvării modelului matematic (22) este indicat să se facă folosindu-se o metodă de calcul pas cu pas, în care decidentul, printr-o alternare a fazei de calcul cu cea de decizie, să poată controla și dirija mai bine procesul de obținere a parametrilor optimi n și s [2].

În acest sens, cel mai indicat algoritm de rezolvare este metoda STEM (STEP METHOD) [6].

În conformitate cu această metodă, într-o primă etapă se rezolvă „r" probleme de programare liniară („r", fiind numărul funcțiilor-obiectiv adoptate) definite de restricțiile (15)÷ (21) și fiecare din funcțiile C, E, Δ_T, R_a ale modelului matematic (22).

În continuare, se mai rezolvă încă o problemă de programare liniară, definită de aceleași relații restrictive (15) ÷ (21) și funcția obiectiv F^*, exprimată ca sumă ponderată a funcțiilor C, E, Δ_T, R_a, liniarizate prin substituțiile (24) și notate cu C', E', Δ'_T, R'_a :

$$F^* = \pi_1 C' + \pi_2 E' + \pi_3 \Delta'_T + \pi_4 R'_a, \quad (25)$$

în care coeficienții $\pi_i (i = 1 \div r)$ satisfac condiția : $\sum_{i=1}^{r} \pi_i = 1$ și se stabilesc în funcție de importanța relativă a criteriilor de optimizare.

În etapa următoare, intervine decidentul care, în raport cu soluția obținută, trebuie să răspundă dacă aceasta conduce la valori acceptabile pentru fiecare din funcțiile-obiectiv adoptate.

Dacă răspunsul este afirmativ problema este rezolvată ; în caz contrar, decidentul trebuie să indice funcția-obiectiv ale cărei valori nu sînt acceptabile și să precizeze limita de la care valoarea funcției respective îl satisface, printr-o relație restrictivă suplimentară.

Problema se reia de la prima etapă, considerînd modelul matematic format din cel inițial și restricția suplimentară introdusă.

Schema logică a metodei de optimizare prezentată mai sus este dată în figura 1.

În vederea rezolvării modelelor matematice liniare care intervin în algoritmul bazat pe metoda STEM, se poate utiliza, pe de o parte, algoritmul SIMPLEX tratat în multe lucrări de specialitate sau metode grafo-analitice.

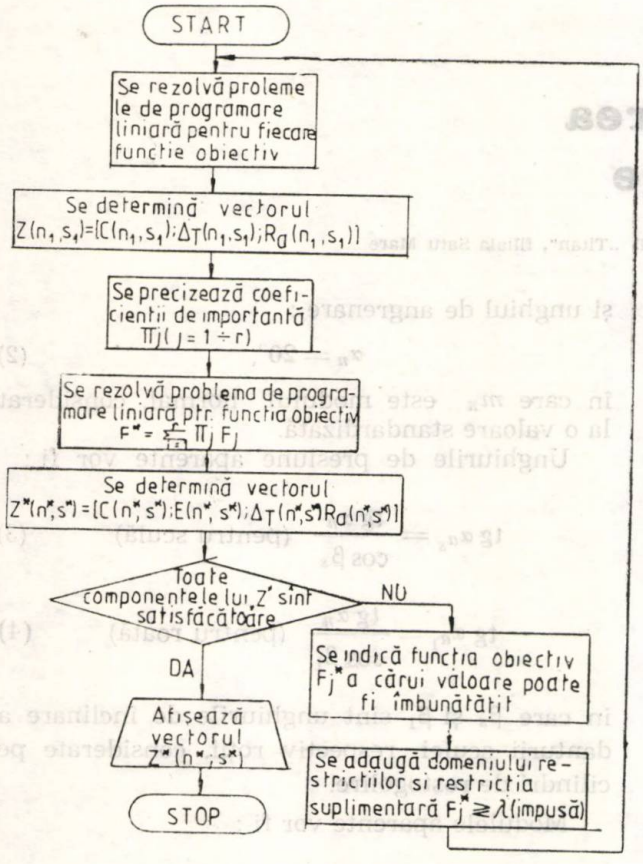


Fig. 1 Schema logică de calcul pentru optimizarea parametrilor regimului de așchiere la strunjire, după mai multe funcții obiectiv.

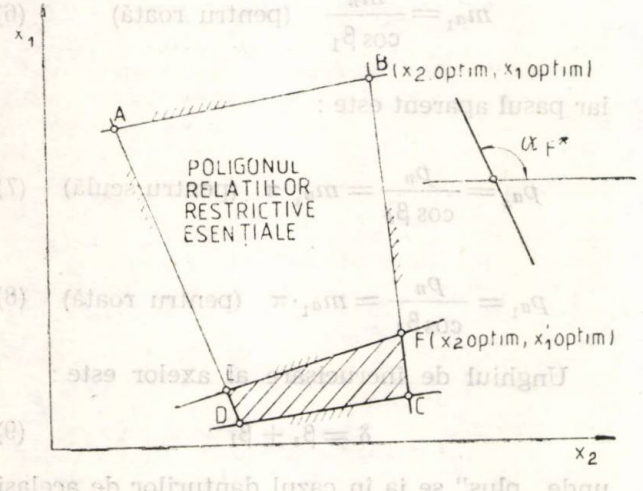


Fig. 2 Rezolvarea grafică a problemei determinării parametrilor optimi ai regimului de așchiere folosind programarea liniară cu mai multe funcții obiectiv.

Avîndu-se în vedere avantajele metodei grafo-analitice (se vor preciza ulterior), vom prezenta, în cele ce urmează, metodica de utilizare a acesteia pentru modelul matematic considerat.

În conformitate cu substituțiile (24), domeniul soluțiilor modelului matematic (22), în care C are valoarea dată de relația (23), arată într-o primă etapă de rezolvare, sub forma ABCD prezentată în figura 2.

Dacă panta funcției F* este α_{F^*}, în conformitate cu reprezentarea dată în figura 2, punctul optim în acest caz este B de coordonate $X_{2\,\text{optim}}$, $X_{1\,\text{optim}}$.

Dacă presupunem că, folosind aceste valori, nu ne satisface valoarea funcției R_a, , introducem în sistemul de restricții al modelului matematic (22) o relație restrictivă suplimentară de forma :

$$R_a \leqslant b_1, \tag{26}$$

unde b_1 este valoarea impusă de proiectant, domeniul soluțiilor posibile se micșorează fiind, în acest caz (fig. 2), poligonul CDEF, pentru care punctul optim este F de coordonate $X'_{2\,\text{optim}}$, $X'_{2\,\text{optim}}$, valori cu care se verifică dacă valorile funcțiilor-obiectiv sînt acceptabile.

Desigur, problema se repetă în continuare, pînă cînd se obține soluția cea mai bună pentru parametrii regimului de așchiere.

Concluzii

Pe baza celor prezentate mai sus se pot desprinde următoarele concluzii :

1. Metoda STEM propusă, în cazul optimizării parametrilor regimului de așchiere, după mai multe funcții-obiectiv, este simplă și ușor de aplicat în orice întreprindere constructoare de mașini.

2. Rezolvarea grafo-analitică (fig. 2) a modelului matematic întocmit (posibilă și pe calculatoarele electronice dotate cu plotter) prezintă marele avantaj, față de rezolvarea analitică cu ajutorul programului de calculator SIMPLEX (existent de altfel, în bibliotecile centrelor de calcul electronic al întreprinderilor), că dă posibilitatea observării cu ușurință a factorilor restrictivi care influențează cel mai mult asupra valorilor optime a parametrilor regimului de așchiere, precum și a măsurilor ce se impun pentru îmbunătățirea valorilor funcțiilor obiectiv adoptate.

3. Metoda prezentată poate fi aplicată și în cazul celorlalte operații de prelucrare prin așchiere, pentru care se pot întocmi modele matematice asemănătoare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Drăghici, G.:* Bazele teoretice ale proiectării proceselor tehnologice în construcția de mașini. Ed. tehnică, București, 1971.

[2] *Buzatu, C.:* Contribuții la studiul factorilor care afectează creșterea preciziei pieselor prelucrate

prin strunjire și rectificare exterioară. Teză de doctorat, Brașov, 1981.

[3] *Picoș, C. ș.a.:* Calculul adaosurilor de prelucrare și al regimurilor de așchiere. Ed. tehnică, București, 1974.

[4] *Buzatu, C.:* Considerații privind noi posibilități de economisire a energiei electrice consumate la prelucrările prin așchiere. În „Energetica", nr. 7, 1982, pag. 304÷308.

[5] *Maruşciac, I.:* Programarea geometrică și aplicații. Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 1978.

[6] *Stancu-Minasian, I. M.:* Programarea stochastică cu mai multe funcții obiectiv. Ed. Academiei R.S.R., București, 1980.

CZ : 621.91.07

Contribuții la optimizarea procesului de șeveruire

Dr. ing. Vasile **BERINDE**, ing. Teodor **CADAR** — I.C.S.I.T. „Titan", filiala Satu Mare

Determinarea suprafeței elicoidale în evolventă la șeverul-disc

Analiza fenomenelor ce au loc în procesul de șeveruire este complexă, datorită mișcărilor relative ce au loc în timpul desfășurării lui. De aceea, pentru definirea cît mai exactă a tuturor aspectelor care iau naștere în procesul de șeveruire, trebuie localizată acțiunea pe suprafețele active ale flancului angrenajului roată dințată (semifabricat) — sculă (șever).

Pentru a crea posibilitatea acestei analize pe un domeniu limitat, este necesar, în primul rînd, să definim acest domeniu care dealtfel este suprafața elicoidală în evolventă a flancului dintelui sculei-șever.

Se știe că în timpul prelucrării, cuplul șever-roată dințată formează un angrenaj elicoidal (fig. 1). Roata dințată poate aparține unui angrenaj elicoidal cu axe încrucișate, dar în același timp, poate fi și o roată dințată cilindrică, cu dinți înclinați, de la un angrenaj cu axe paralele, deoarece se știe că, oricare roată dințată cu dinți înclinați poate forma un angrenaj elicoidal [1].

Deci, cuplul șever-roată dințată va forma un angrenaj cu axe neparalele și neconcurente, cu dinți înclinați la valori neegale și de același sens, sau sens contrar. Fiecare șever, sau roată dințată va avea cîte o cremalieră de referință cu același profil normal, într-o secțiune normală la dinți și cu o înclinare a dinților diferită, corespunzător înclinării dinților șeverului, respectiv roții dințate (fig. 2).

Astfel, vor exista două profile aparente (în secțiunea frontală), cîte unul pentru fiecare cremalieră și un singur profil normal, comun ambelor cremaliere [2].

La secțiunea normală la dantură, se consideră profilul de referință evolventic cu pasul normal [3, p. 364];

$$p = m_n \cdot \pi$$

și unghiul de angrenare:

$$\alpha_n = 20^\circ, \tag{2}$$

în care m_n este modulul normal, considerat la o valoare standardizată.

Unghiurile de presiune aparente vor fi:

$$\operatorname{tg} \alpha_{a_s} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta_s} \quad \text{(pentru sculă)} \tag{3}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{a_1} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta_1} \quad \text{(pentru roată)} \tag{4}$$

în care β_s și β_1 sînt unghiurile de înclinare a danturii sculei, respectiv roții, considerate pe cilindri de rostogolire.

Modulele aparente vor fi:

$$m_{a_s} = \frac{m_n}{\cos \beta_s} \quad \text{(pentru sculă)} \tag{5}$$

$$m_{a_1} = \frac{m_n}{\cos \beta_1} \quad \text{(pentru roată)} \tag{6}$$

iar pasul aparent este:

$$p_{a_s} = \frac{p_n}{\cos \beta_s} = m_{a_s} \cdot \pi \quad \text{(pentru sculă)} \tag{7}$$

$$p_{a_1} = \frac{p_n}{\cos \beta_1} = m_{a_1} \cdot \pi \quad \text{(pentru roată)} \tag{8}$$

Unghiul de încrucișare al axelor este:

$$\delta = \beta_s \pm \beta_1 \tag{9}$$

unde „plus" se ia în cazul danturilor de același sens, iar „minus" pentru sens contrar.

Pentru determinarea traiectoriilor canelurilor, este necesară, mai întîi, găsirea suprafeței

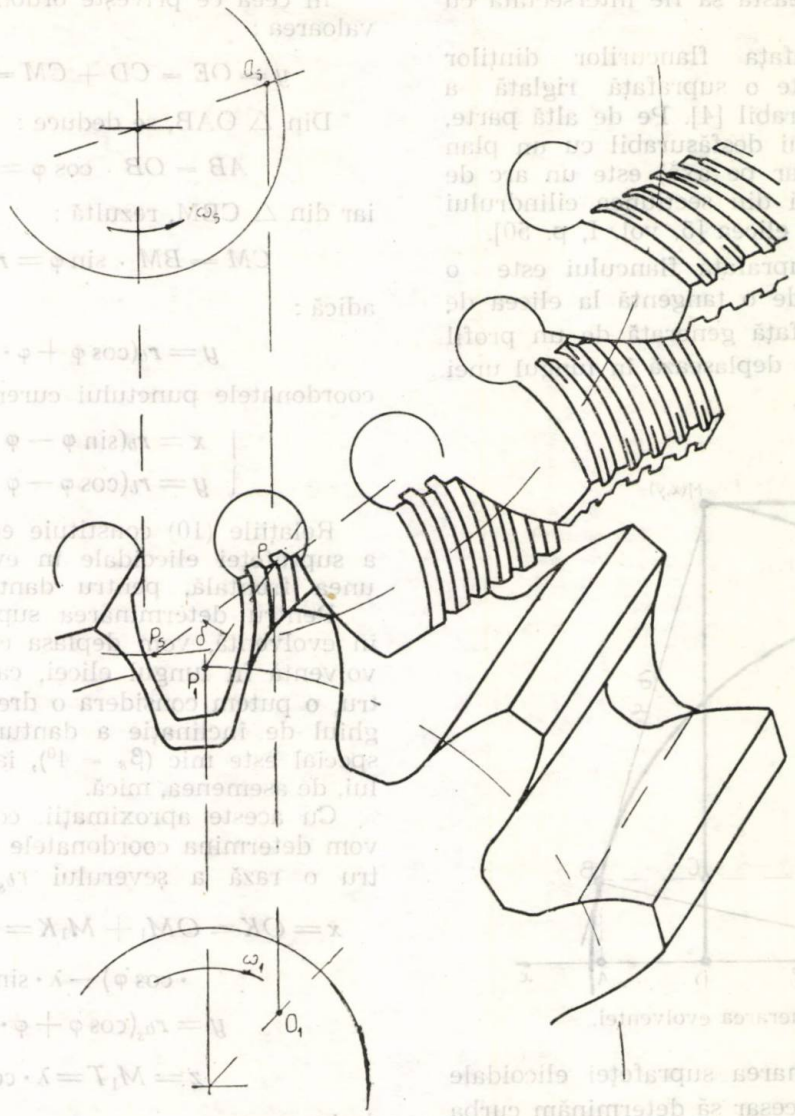


Fig. 1 Cuplul șever-roată dințată.

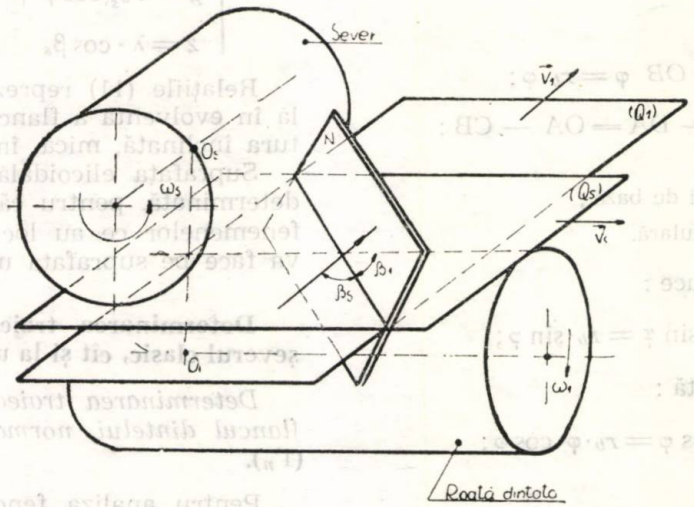


Fig. 2 Angrenajul elicoidal șever-roată dințată.

flancului și apoi aceasta să fie intersectată cu diferite planuri.

Se știe că suprafața flancurilor dinților roților elicoidale este o suprafață riglată a unui elicoid desfășurabil [4]. Pe de altă parte, intersecția elicoidului desfășurabil cu un plan frontal (perpendicular pe axă) este un arc de evolventă a cercului din secțiunea cilindrului pe care este trasată elicea [5, vol. I, p. 50].

În consecință, suprafața flancului este o suprafață generată de o tangentă la elicea de bază, adică o suprafață generată de un profil în evolventă care se deplasează în lungul unei elice [5, vol. I, p. 51].

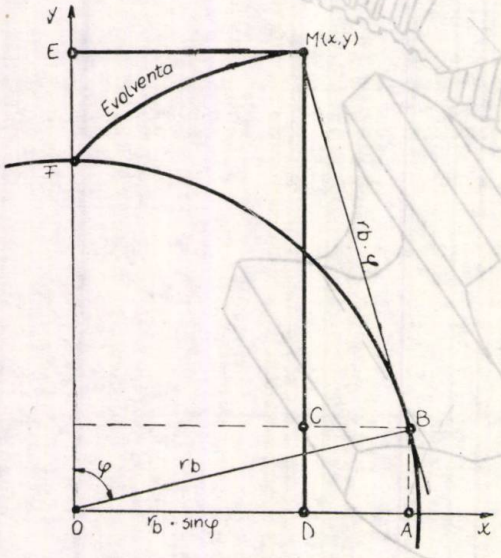


Fig. 3 Generarea evolventei.

Pentru determinarea suprafeței elicoidale în evolventă, este necesar să determinăm curba generatoare ; din figura 3 se poate vedea că la rostogolirea unei drepte pe un cerc, punctul curent **M** (x, y) descrie o evolventă așa încît avem :

$$\overset{\frown}{FB} = BM = OB\ \varphi = r_b \cdot \varphi ;$$

$$x = OD = OA - DA = OA - CB ;$$

unde :

r_b este raza cercului de bază ;

φ — coordonata unghiulară.

Din $\triangle OAB$, se deduce :

$$OA = OB \cdot \sin\varphi = r_b \cdot \sin\varphi ;$$

iar, din $\triangle$ CBM, rezultă :

$$CB = BM \cdot \cos\varphi = r_b \cdot \varphi \cdot \cos\varphi ;$$

ca urmare :

$$x = r_b(\sin\varphi - \varphi \cdot \sin\varphi) ;$$

În ceea ce privește ordonata y, aceasta are valoarea :

$$y = OE = CD + CM = AB + CM ;$$

Din $\triangle$ OAB, se deduce :

$$AB = OB \cdot \cos\varphi = r_b \cdot \cos\varphi,$$

iar din $\triangle$ CBM, rezultă :

$$CM = BM \cdot \sin\varphi = r_b \cdot \varphi \cdot \sin\varphi,$$

adică :

$$y = r_b(\cos\varphi + \varphi \cdot \sin\varphi) ;$$

coordonatele punctului curent **M** vor fi :

$$\begin{cases} x = r_b(\sin\varphi - \varphi \cdot \cos\varphi) \\ y = r_b(\cos\varphi - \varphi \cdot \sin\varphi) \end{cases} \qquad (10)$$

Relațiile (10) constituie ecuația generatoare a suprafeței elicoidale în evolventă, în secțiunea frontală, pentru dantura dreaptă.

Pentru determinarea suprafeței elicoidale în evolventă, vom deplasa curba directoare-evolventă în lungul elicei, care ; în cazul nostru, o putem considera o dreaptă deoarece unghiul de înclinație a danturii pentru șeverul special este mic ($\beta_s = 4^0$), iar lățimea șeverului, de asemenea, mică.

Cu aceste aproximații, conform figurii 4, vom determina coordonatele punctului **P**, pentru o rază a șeverului r_{b_s}.

$$x = OK = OM_1 + M_1K = -r_{b_s}(\sin\varphi - \varphi \cdot \cos\varphi) - \lambda \cdot \sin\beta_s,$$

$$y = r_{b_s}(\cos\varphi + \varphi \cdot \sin\varphi),$$

$$z = M_1T = \lambda \cdot \cos\beta_s,$$

deci :

$$\begin{cases} x = -r_{b_s}(\sin\varphi - \varphi \cdot \cos\varphi) - \lambda \cdot \beta_s \\ y = r_{b_s}(\cos\varphi + \varphi \cdot \sin\varphi) \\ z = \lambda \cdot \cos\beta_s \end{cases} \qquad (11)$$

Relațiile (11) reprezintă suprafața elicoidală în evolventă a flancului unui șever cu dantura înclinată, mică, în cazul nostru $\beta_s = 4^0$.

Suprafața elicoidală în evolventă trebuie determinată, pentru că o analiză reală asupra fenemenelor ce au loc în cadrul șeveruirii se va face pe suprafața unde, de fapt, au loc.

Determinarea traiectoriilor canelurilor la șeverul clasic, cît și la un șever special

Determinarea traiectoriei canelurilor pe flancul dintelui, normală la direcția dintelui **(Γ_n).**

Pentru analiza fenomenelor complexe ce au loc pe profilul activ al flancului, este ne-

cesar a determina traiectoria canelurilor, deoarece majoritatea acestor fenomene sînt dependente de traiectoria canelurii.

punctul **A** (O, O, λ_1) și este perpendicular pe Oz_1 deci, perpendicular pe direcția dintelui. Această traiectorie se va utiliza, în continuare

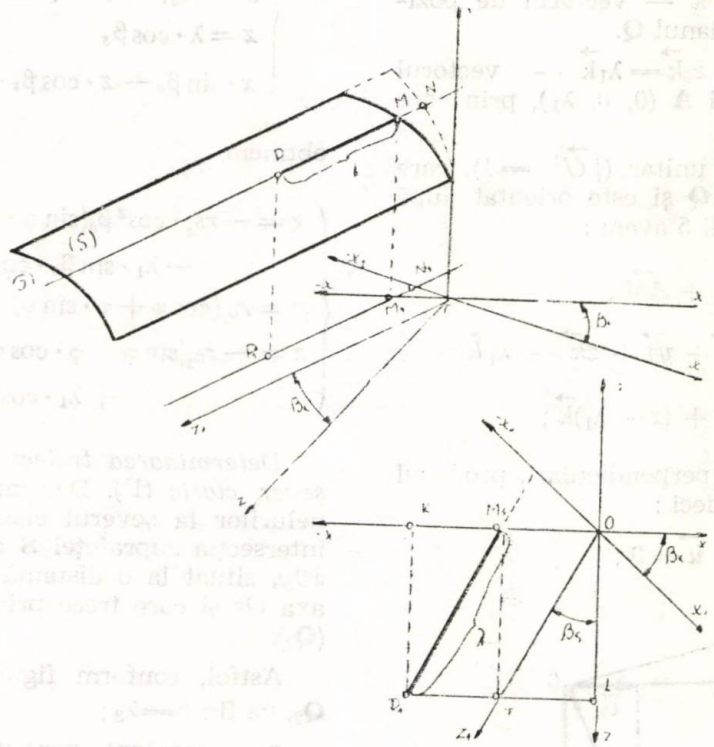


Fig. 4 Determinarea suprafeței elicoidale în evolventă a flancului dintelui șeverului.

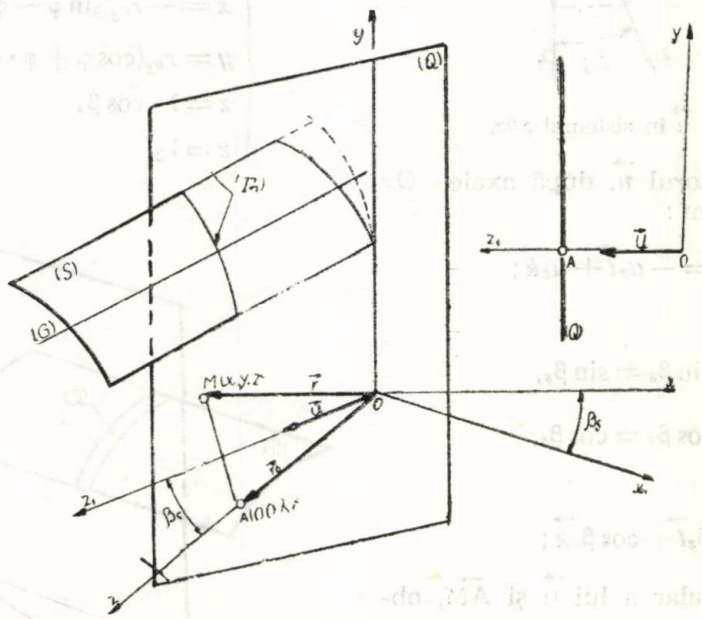


Fig. 5 Determinarea traiectoriei normală la direcția dintelui (T_n).

Astfel, pentru determinarea traiectoriei normale la direcția dintelui, vom intersecta suprafața **S**, cu un plan **Q**, care trece prin

pentru determinarea vitezei de alunecare între flancurile unui angrenaj. Astfel, conform figurii 5, pentru determinarea acestei traiecto-

rii, este necesar de a găsi ecuația planului **Q**. Dacă notăm :

— **M** (x, y, z) — un punct curent al planului **Q** ;

— $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$ — vectorul de poziție al unui punct din planul **Q**.

— $\vec{r_0} = x_0\vec{i} + y_0\vec{j} + z_0\vec{k} = \lambda_1\vec{k}$ — vectorul de poziție al punctului **A** $(0, 0, \lambda_1)$, prin care trece planul **Q** ;

— $\vec{u}$ — un vector unitar ($|\vec{U}| = 1$), care este perpendicular pe **Q** și este orientat după axa Oz_1, conform figurii 5 avem :

$$\vec{r} = \vec{r_0} + \vec{AM} ;$$

$$\vec{AM} = \vec{r} - \vec{r_0} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k} - \lambda_1\vec{k} =$$

$$= x\vec{i} + y\vec{j} + (z - \lambda_1)\vec{k} ;$$

Cum $\vec{u}$ și $\vec{AM}$ sînt perpendiculari, produsul lor scalar este nul, deci :

$$\vec{AM} \cdot \vec{u} = 0 ;$$

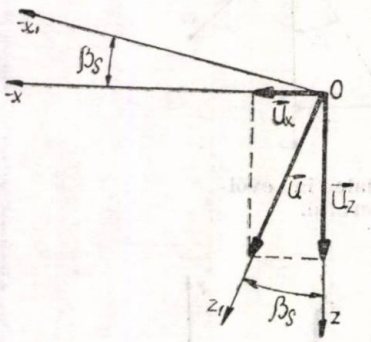


Fig. 6 Vectorul $\vec{u}$ în sistemul $x0z$.

Descompunînd vectorul $\vec{u}$, după axele Ox și Oz, din figura 6 avem :

$$\vec{u} = \vec{u_x} + \vec{u_z} = -u_x\vec{i} + u_z\vec{k} ;$$

și

$$u_x = |\vec{u}| \cdot \sin\beta_s = \sin\beta_s,$$

$$u_z = |\vec{u}| \cdot \cos\beta_s = \cos\beta_s,$$

iar :

$$\vec{u} = -\sin\beta_s\vec{i} + \cos\beta_s\vec{k} ;$$

Făcînd produsul scalar a lui $\vec{u}$ și $\vec{AM}$, obținem :

$$\vec{AM} \cdot \vec{U} = -x \cdot \sin\beta_s + y \cdot o + (z - \lambda_1)\cos\beta_s = 0$$

deci :

$$x \cdot \sin\beta_s - z \cdot \cos\beta_s + \lambda_1 \cdot \cos\beta_s = 0 \qquad (12)$$

Rezolvînd sistemul de ecuații :

$$\begin{cases} x = -r_{b_s}(\sin\varphi - \varphi \cdot \cos\varphi) - \lambda \cdot \sin\beta_s \\ y = r_{b_s}(\cos\varphi + \varphi \cdot \sin\varphi) \\ z = \lambda \cdot \cos\beta_s \\ x \cdot \sin\beta_s - z \cdot \cos\beta_s + \lambda_1 \cdot \cos\beta_s = 0 \end{cases}$$

obținem :

$$\begin{cases} x = -r_{b_s} \cdot \cos^2\beta_s(\sin\varphi - \varphi \cdot \cos\varphi) - \\ \qquad - \lambda_1 \cdot \sin\beta_s \cdot \cos\beta_s \\ y = r_{b_s}(\cos\varphi + \varphi \cdot \sin\varphi) \\ z = -r_{b_s}(\sin\varphi - \varphi \cdot \cos\varphi) \cdot \sin\beta_s \cdot \cos\beta_s + \\ \qquad + \lambda_1 \cdot \cos^2\beta^s \end{cases} \qquad (13)$$

Determinarea traiectoriei canelurilor la un șever clasic (Γ). Determinarea traiectoriei canelurilor la șeverul clasic se va efectua prin intersecția suprafeței **S** cu un plan paralel cu $x0y$, situat la o distanță λ_3, perpendicular pe axa Oz și care trece prin punctul $\mathbf{A}_2$ $(0, 0, \lambda_3)$, $(\mathbf{Q}_2)$.

Astfel, conform figurii 7 ecuația planului $\mathbf{Q}_2$, va fi : $z = \lambda_3$; (14)

z = constant, pentru că este paralel cu planul $x0y$ și, deci rezolvînd sistemul :

$$\begin{cases} x = -r_{b_s}(\sin\varphi - \varphi \cdot \cos\varphi) - \lambda \cdot \sin\beta_s \\ y = r_{b_s}(\cos\varphi + \varphi \cdot \sin\varphi) \\ z = \lambda \cdot \cos\beta_s \\ z = \lambda_3 \end{cases}$$

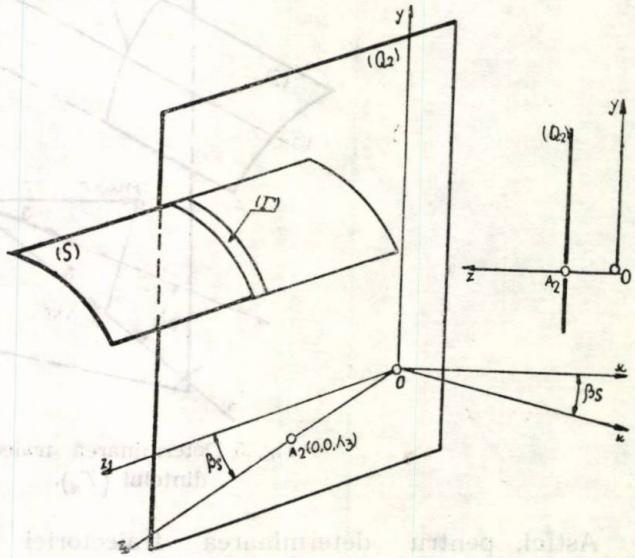


Fig. 7 Determinarea traiectoriei canelurilor la șeverul clasic (T).

obținem :

$$\begin{cases} x = -r_{b_s}(\sin\varphi - \varphi \cdot \cos\varphi) - \lambda_3 \cdot \operatorname{tg}\beta_s \\ y = r_{b_s}(\cos\varphi + \varphi \cdot \sin\varphi) \\ z = \lambda_3 \end{cases} \quad (15)$$

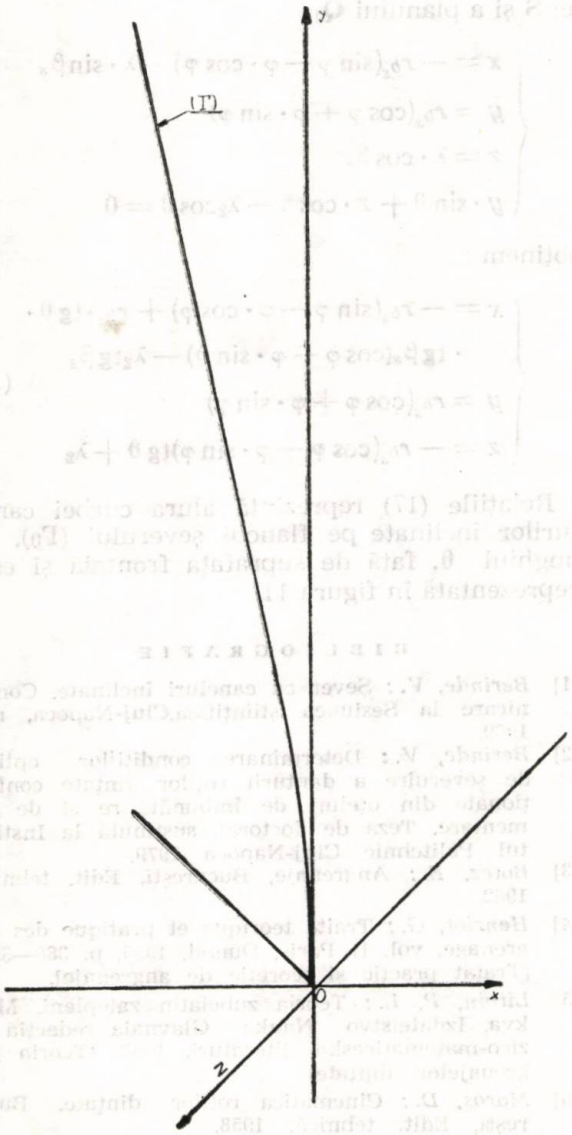


Fig. 8 Traiectoria canelurilor la șeverul clasic

Relațiile (15) reprezintă traiectoria canelurilor la un șever clasic (Γ) și este reprezentată în figura 8.

Determinarea traiectoriei canelurilor la un șever special ($\Gamma\theta$). Pentru determinarea alurei curbei canelurilor la un șever special, vom intersecta suprafața **S**, cu un plan $\mathbf{Q}_1$, înclinat cu unghiul θ, față de planul $x\,Oy$ și care trece prin punctul $\mathbf{A}_1$ (0, 0, λ_2), situat pe axa O_z (fig. 9).

Facem notațiile :

— $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$ — vectorul de poziție al unui punct din planul $\mathbf{Q}_1$;

— $\vec{r_0} = x_0\vec{i} + y_0\vec{j} + z_0\vec{k} = \lambda_2\vec{k}$ — vectorul de poziție al punctului $\mathbf{A}_1$ (0, 0, λ_2), prin care trece planul $\mathbf{Q}_1$;

— $\vec{u}$ — un vector unitar ($|\vec{U}|=1$), care este perpendicular pe $\mathbf{Q}_1$.

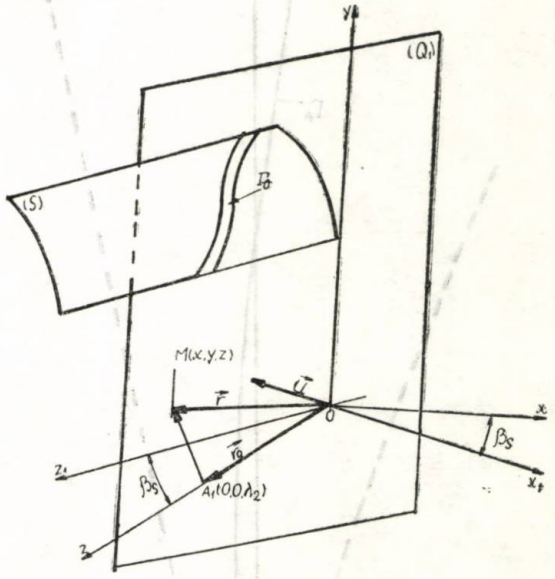


Fig. 9 Vectorii $\vec{r}$ și $\vec{r_0}$ în planul $Oxyz$.

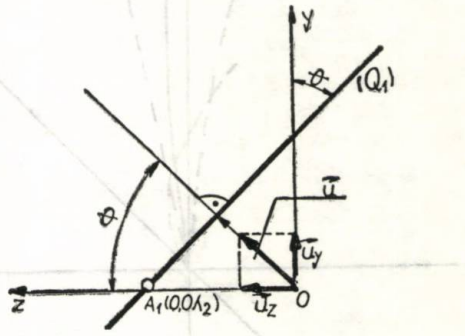


Fig. 10 Vectorul $\vec{u}$ în sistemul yOz.

Vectorii $\vec{u}$ și $\vec{A_1M}$, sînt perpendiculari, deci :

$$\vec{A_1M} \cdot \vec{u} = 0 ;$$

iar :

$$\vec{r} = \vec{r_0} + \vec{A_1M} ;$$

$$\vec{A_1M} = \vec{r} - \vec{r_0} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k} - \lambda_2\vec{k} =$$

$$= x\vec{i} + y\vec{j} + (z - \lambda_2)\vec{k} ;$$

Pentru simplificare vom considera vectorul unitar $\vec{u}$, în planul $y0z$, conform figurii 10.

$$\vec{u} = \vec{u_y} + \vec{u_z} = u_y\vec{j} + u_z\vec{k}$$

$$u_y = |\vec{u}| \cdot \sin\theta = \sin\theta$$

$$u_z = |\vec{u}| \cdot \cos\theta = \cos\theta$$

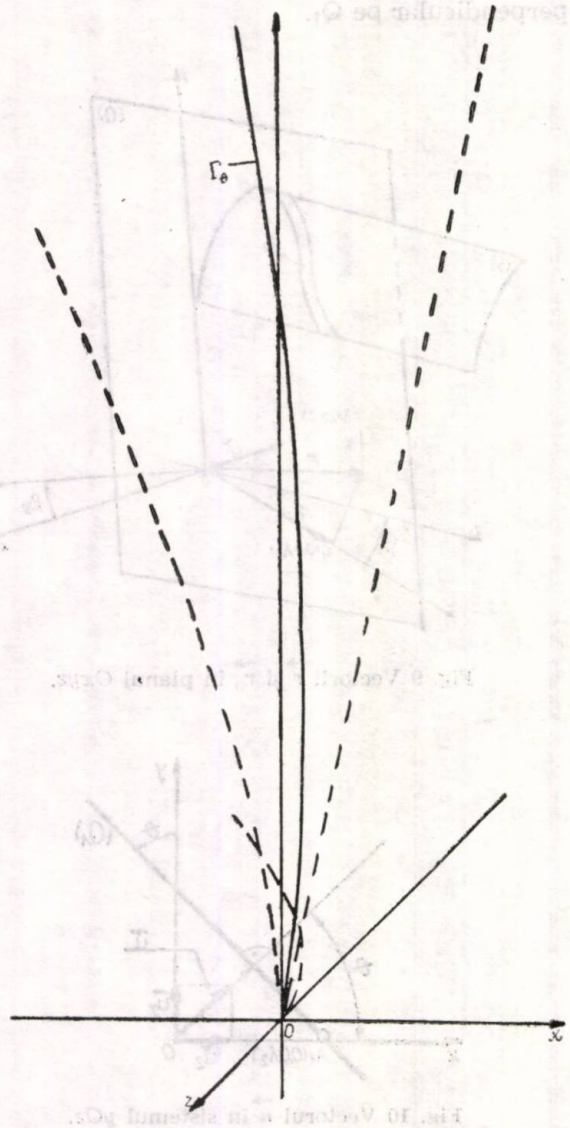


Fig. 11 Traiectoria canelurilor la șeverul special.

și :

$$\vec{A_1M} \cdot \vec{u} = y \cdot \sin\theta + (z - \lambda_2)\cos\theta = 0$$

sau :

$$y \cdot \sin\theta + z \cdot \cos\theta - \lambda_2\cos\theta = 0 \qquad (16)$$

Rezolvînd sistemul de ecuații ale suprafeței **S** și a planului $\mathbf{Q}_1$

$$\begin{cases} x = -r_{b_s}(\sin\varphi - \varphi \cdot \cos\varphi) - \lambda \cdot \sin\beta_s \\ y = r_{b_s}(\cos\varphi + \varphi \cdot \sin\varphi) \\ z = \lambda \cdot \cos\beta_s \\ y \cdot \sin\theta + z \cdot \cos\theta - \lambda_2\cos\theta = 0 \end{cases}$$

obținem :

$$\begin{cases} x = -r_{b_s}(\sin\varphi - \varphi \cdot \cos\varphi) + r_{b_s} \cdot \operatorname{tg}\theta \cdot \\ \quad \cdot \operatorname{tg}\beta_s(\cos\varphi + \varphi \cdot \sin\varphi) - \lambda_2 \operatorname{tg}\beta_s \\ y = r_{b_s}(\cos\varphi + \varphi \cdot \sin\varphi) \\ z = -r_{b_s}(\cos\varphi + \varphi \cdot \sin\varphi)\operatorname{tg}\theta + \lambda_2 \end{cases} \qquad (17)$$

Relațiile (17) reprezintă alura curbei canelurilor înclinate pe flancul șeverului (Γ_θ), cu unghiul θ, față de suprafața frontală și este reprezentată în figura 11.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Berinde, V.:* Șever cu caneluri înclinate. Comunicare la Sesiunea științifică, Cluj-Napoca, mai 1969.

[2] *Berinde, V.:* Determinarea condițiilor optime de șeveruire a danturii roților dințate confecționate din oțeluri de îmbunătățire și de cementare. Teză de doctorat, susținută la Institutul Politehnic Cluj-Napoca 1979.

[3] *Botez, E.:* Angrenaje, București, Edit. tehnică, 1962.

[4] *Henriot, G.:* Traité teorique et pratique des angrenage, vol. II Paris, Dunod, 1955, p. 380—399 ; [Tratat practic și teoretic de angrenaje].

[5] *Litvin, P. L.:* Teoria zubciatin zatepleni, Moskva, Izdatelstvo Nauka Glavnaia redacția fizico-matematiceskoi literaturi, 1982. (Teoria angrenajelor dințate).

[6] *Maroș, D.:* Cinematica roților dințate. București, Edit. tehnică, 1958.

[7] *Maroș, D.,* Curs de teroia mecanismelor și a mașinilor Cluj-Napoca, Institutul Politehnic, 1966.

CZ : 621.753.1

Formule de calcul rapid al adaosurilor de prelucrare

Şef lucr. dr. ing. Nicolae-Valentin **IVAN** — Universitatea Braşov
Ing. Vasile **ANGHELESCU** — Întreprinderea Mecanică Cîmpina

Introducere

După cum este cunoscut, în proiectarea-optimizarea proceselor tehnologice de prelucrare mecanică prin aşchiere, determinarea adaosurilor de prelucrare şi a dimensiunilor tehnologice intermediare constituie o etapă importantă. Teoretic, acestea ar trebui determinate prin calcule [4], care însă prezintă dezavantajul că sînt foarte incomode pentru tehnolog, motiv pentru care — în mod curent — pentru rezolvarea problemei, se recurge la experienţă sau date normative.

Avîndu-se în vedere că la proiectarea unui proces tehnologic mai trebuie rezolvate şi alte aspecte, se simte nevoia exprimării problemei determinării adaosurilor de prelucrare prin modele matematice cît mai simple, de preferinţă prin formule unice. Adică, trebuie găsită reprezentarea analitică a dependenţei funcţionale a variabilei A_c (adaosul de prelucrare), în raport cu variabila d (diametrul), în baza unor reprezentări grafice sau a altor considerente teoretice (necesare stabilirii formei formulei).

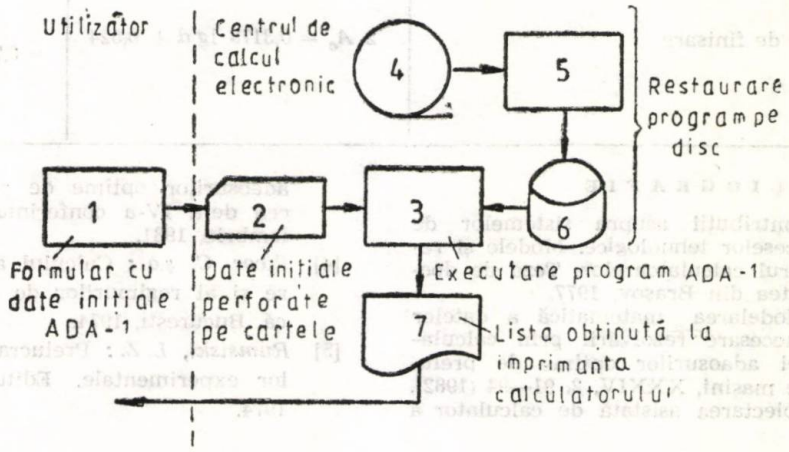


Fig. 1

În lucrarea [3] (fig. 1), s-a pus problema utilizării calculatorului electronic în această direcţie. Plecînd de la ideile expuse în această lucrare, acum ne punem noua problemă a exploatării raţionale a calculatorului, privindu-se problema în contexul general al proiectării-optimizării proceselor tehnologice [1].

Simplificarea, la maximum posibil, a modului de determinare a adaosurilor de prelucrare, în scopul economisirii memoriei calculatorului, constituie subiectul prezentei lucrări.

Formule de calcul rapid al adaosurilor de prelucrare

Soluţia prezentată în lucrarea [3] prezintă inconvenientul că o bună parte din memoria calculatorului rămîne blocată cu datele iniţiale, de descriere a cazului şi cu instrucţiunile-program.

Notînd dependenţa funcţională căutată prin:

$$A_c = f(d;\ a_0,\ a_1, \ldots,\ a_n) \qquad (1)$$

şi cunoscînd, în baza lucrării [3] şi a unor date normative [4], că (cel mai adesea) aceasta îmbracă una din formele : logaritmică exponenţială sau liniară (mai rar), problema în continuare se reduce la determinarea parametrilor $a_0,\ a_1, \ldots a_n$ [2, 5].

Pentru obţinerea unor estimaţii „suficient de bune" ale parametrilor $a_0,\ a_1, \ldots a_n$ se pot folosi metoda celor mai mici pătrate sau alte metode simplificatoare cum ar fi metoda nivelării [5].

Utilizîndu-se un program de regresie liniară, rulat de mai multe ori la calculatorul Wang 2200, s-au obţinut rezultatele prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Procedeu \ Lungimea de prel. (pînă la) [mm]	25	50	62	100	120	160	250	500
Strunjire inter. degroşare pe maşini de alezat şi frezat orizontale	$2\,A_c = 2{,}9475\,\lg d - 3{,}128$							
Strunjire inter. finis. pe maşini de alezat şi frezat orizontale	$2\,A_c = 0{,}558\,\lg\,(d - 40) - 0{,}119$							
Strunjire inter. finis. pe strunguri normale	$K = 0$	$K = 0{,}5$		$K = 1$				$K = 1{,}5$
	$2\,A_c = 1{,}052\,\lg d + (K - 0{,}145)$							
Strunjire frontală (după o altă strunjire)	$K = 0$		$K = 0{,}14$			$K = 0{,}21$		$K = 0{,}39$
	$2\,A_c = 0{,}001\,d + (K + 0{,}61)$							
Alezare cu alezorul	$2\,A_c = 0{,}1408\,\lg d - 0{,}0529$							
Rectificare cilindrică exterioară	$2\,A_c = 0{,}3814\,d^{0{,}1189}_{-0{,}2}$							
Strunjire exterioară de finisare	$2\,A_c = 0{,}3179\,\lg d + 0{,}524$			$2\,A_c = 0{,}7364\,(d+10)^{0{,}133}_{-0{,}2}$				$2A_c = 1{,}3063\,d^{0{,}063}$

BIBLIOGRAFIE

[1] *Ivan, N. V.:* Contribuţii asupra sistemelor de concepţie a proceselor tehnologice. Modele şi rezolvări cu ajutorul calculatoarelor. Teză de doctorat, Universitatea din Braşov, 1977.

[2] *Ivan, N. V.:* Modelarea matematică a datelor experimentale necesare rezolvării prin calculator a problemei adaosurilor optime de prelucrare. Constr. de maşini, XXXIV, 2, 91—94 (1982).

[3] *Ivan, N. V.:* Proiectarea asistată de calculator a adaosurilor optime de prelucrare. Susţinută la cea de-a IV-a conferinţă I. P. Timişoara, noiembrie, 1981.

[4] *Picos, C. ş.a.:* Calculul adaosurilor de prelucrare şi al regimurilor de aşchiere. Editura tehnică, Bucureşti, 1974.

[5] *Rumsiski, L. Z.:* Prelucrarea matematică a datelor experimentale. Editura tehnică, Bucureşti, 1974.

Condiții de prezentare a manuscriselor pentru revista „Construcția de mașini"

1. **Textul** unui articol împreună cu desenele să nu depășească 15 pag. convenționale, de 2000 semne.

2. **Dactilografierea** se execută la 2 rînduri în pag. de 2000 semne, pe hîrtie albă, pe o singură față a filei. Pagina va avea o margine albă de 3 cm lățime în stînga. Formulele se scriu foarte clar, cu semnele matematice și literele conform STAS, suficient de mari, cu tuș.

3. **Desenele** se execută în tuș pe calc, la dimensiuni între formatele A6 și A4. Dacă sînt figuri-foto, acestea nu trebuie să depășească formatul A4 și să fie foarte clare, cu efectele de contrast foarte pronunțate.

4. **Toate figurile și tabelele** care însoțesc articolul trebuie menționate în text. Figurile trebuie să aibe titluri și legende și să fie însoțite de un borderou de figuri dactilografiat pe o pagină separată de textul articolului. Nu se va scrie pe nici o figură titlul și legenda; legătura se face prin numărul lor conform borderoului separat într-un plic adecvat prezentate. În tipografie diferitele elemente ale materialului (text, borderou de figuri, bibliografii, tabele) se prelucrează în secții diferite, de aceea ele trebuie prezentate pe foi separate.

5. **Tabelele** trebuie dactilografiate pe foi separate de text (în text li se va indica doar locul ca și pentru figuri), deoarece au alt regim tipografic.

6. **Bibliografia** trebuie dactilografiată tot pe o pagină separată de text și prezentată conform STAS nr. 6158-60 și anume : **Cărți:** numele autorului, inițiala prenumelui autorului, titlul cărții (dacă este o lucrare străină se va da titlul în original, eventual traducerea în lb. română), numărul ediției în cifre arabe, numărul volumului în cifre romane, locul publicării, pagina la care se trimite sau prima și ultima pagină a fragmentului. **Periodice :** numele autorului, inițiala prenumelui autorului, titlul articolului (dacă este o lucrare străină se va da titlul în original, eventual cu traducerea în lb. română), titlul periodicului precedat de cuvîntul „In", numărul volumului sau anul de apariție (în cifre arabe) numărul de ordine al numărului de periodic, data numărului, pagina citată sau prima și ultima pagină a fragmentului citat sau a articolului întreg, după cum citează, doar o anumită pagină, un fragment, sau un articol în întregime. Cînd lucrarea citată a fost tradusă în lb. română, titlul se scrie în traducere, dar cu mențiunea că lucrarea a fost tradusă și din ce limbă.

7. **Predarea la redacție** a manuscrisului dactilografiat se face în două exemplare, din care un original și o copie. Originalul este însoțit de desenele în tuș pe calc și fotografii cînd este cazul, iar cel de-al doilea exemplar este însoțit de ozalide sau xerocopii ale figurilor în calc sau de al doilea rînd de fotografii, cînd este cazul.

8. Autorul trebuie **să garanteze conținutul științific** al articolului, iar textul prezentat redacției să fie revizuit după dactilografiere, deoarece în timpul fazelor editoriale și tipografice nu îl mai revede, deci nu mai poate interveni în acest text după predarea manuscrisului.

9. Conform regulilor editoriale manuscrisele și figurile — publicate sau nu — nu se mai restituie autorului.

10. **Materialele**, prezentate conform regulilor de mai sus, se primesc la redacția revistei „Construcția de mașini", la următoarea adresă :

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Redacția revistei „Construcția de mașini" Cal. Victoriei 133, Sector 1, clădirea mică, parter, cod 71102 BUCUREȘTI, Oficiul poștal 22, Căsuța poștală 22—125.

11. Orice informație și referință se pot obține la telefoanele : 59.71.35 sau 50.31.30 (direct) și 50.40.90/253 sau 274, redactor șef ing. TEODOSIA OPRESCU, redactor : ȘERBAN TEODORESCU.

12. Materialul va fi însoțit — obligatoriu — de o **adeverință** semnată de conducerea instituției unde activează autorul, specificînd respectarea legilor în vigoare cu privire la păstrarea secretului.

13. Va fi însoțit și de **rezumatele lucrării** în lb. română, franceză, engleză, rusă și germană.

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ
PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
difuzează în anul 1984

materiale de informare despre realizări din țară și din străinătate privind preocupările actuale în domeniul construcțiilor de mașini, de ex. : **programul energetic, valorificarea surselor proprii de materii prime, calitatea produselor, economisirea materiilor prime și reciclarea deșeurilor, productivitatea muncii etc.**

Materialele sînt grupate în serii :

Simbol	Denumirea seriei
	REALIZĂRI ALE CERCETĂRII ROMÂNEȘTI
RCM	Revista „Construcția de mașini"
ID	**INFORMARE DOCUMENTARĂ** asupra nivelului progresului tehnic pe plan mondial în industria construcțiilor de mașini
	Informări pentru cadre de conducere :
IDCM	Informare documentară în construcția de mașini
IDCM-C	Informare documentară în construcția de mașini-conjunctură
IDCM-E	Informare documentară în construcția de mașini-energie
IDCM-O	Informare documentară în construcția de mașini-organizare
IDCM-PM	Informare documentară pentru protecția muncii
	Informări pentru specialiști :
IDT	Informare documentară în turnătorii
IDTT	Informare documentară pentru tratamente termice
IDPP	Informare documentară pentru prelucrări prin deformare plastică
IDS	Informare documentară pentru sudori
IDPR	Informare documentară pentru prelucrări la rece
IDCC	Informare documentară pentru calitate și control.
IDMK	Informare documentară pentru prognoză și marketing
IDAR	Informare documentară pentru automatizare, robotizare
IDRC	Informare documentară privind reducerea consumurilor de materiale și energie

Simbol	Denumirea seriei
	SINTEZE DOCUMENTARE privind nivelul tehnic pe plan mondial în industria construcțiilor de mașini
SID	Noutăți în diverse domenii
	REALIZĂRI ALE UNITĂȚILOR MICM
CE. CO, CTN, CMA, CA	Cataloage de fișe tehnice de produse, tehnologii și mecanizări, automatizări.
PTN, SE, CSSM, RSM,	Realizări deosebite, omologări standarde etc.
CES	Echipamente de sudare
CTO, CT	Produse tipizate, descrieri de tehnologii
	DOCUMENTE NORMATIVE
BI-MICM	Buletinul intern MICM
NT	Normative tehnice
LPCM	Liste de prețuri în construcția de mașini
ITC	Indicatoare tarifare de calificare
NPM	Normative și ghid de protecția muncii în construcția de mașini
	MATERIALE DOCUMENTARE în ajutorul proiectării și al producției
	Atlas de forme și dimensiuni ale rosturilor pentru sudare ; Robotica ; Oțeluri tipizate pentru construcția de mașini-indicații practice de utilizare ; Sistemul de asigurare a calității ; Optimizarea unor tehnologii de sudare

1983

NTREPRINDEREA DE COMERȚ EXTERIOR

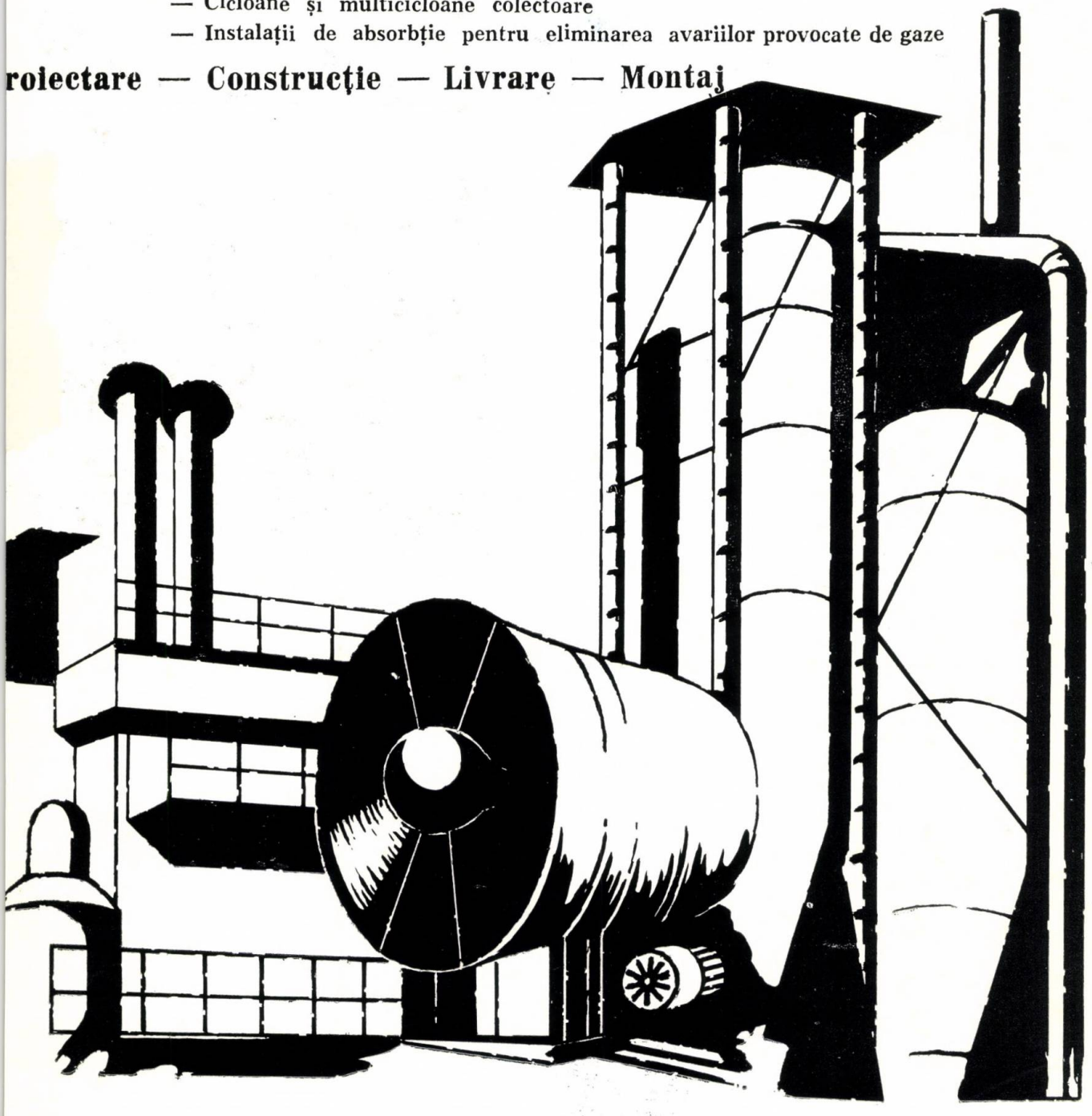
centrozap

CENTROZAP

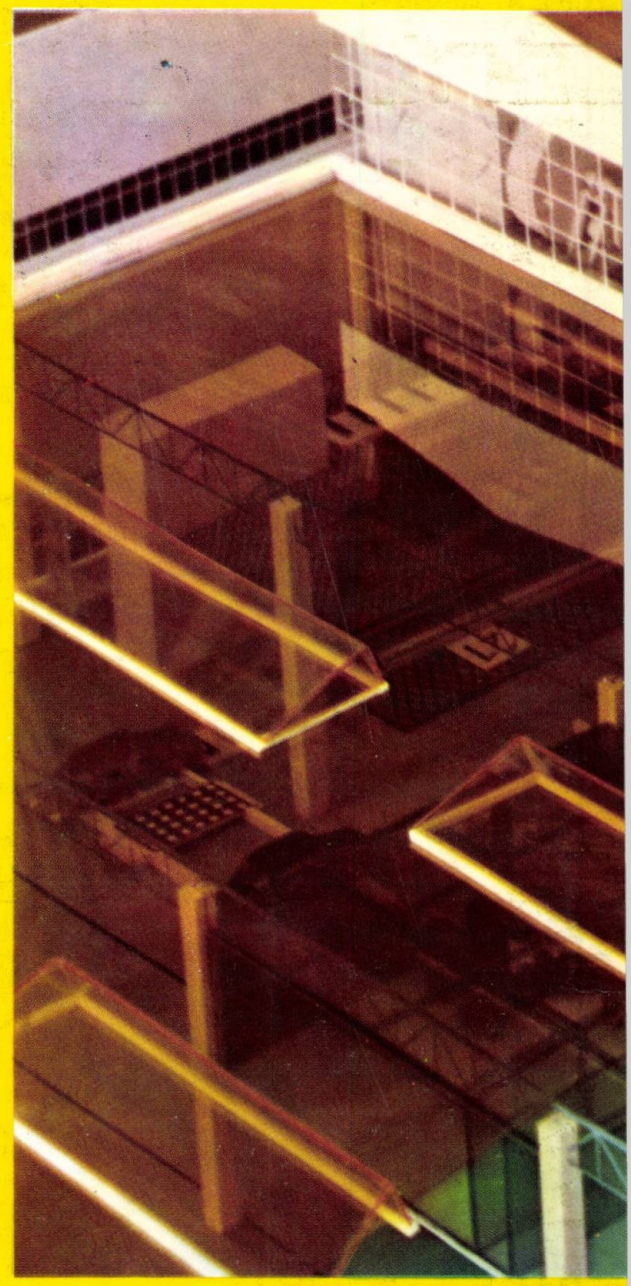
Mickiewicza 29, 40—085 Kotowice, R.P. Polonă
Telex : 0315771, czap pl
Telefon : 513—401, 597—241

— Ventilatoare industriale pentru toate ramurile industriei
— Instalații de ventilație și componente
— Aparate și instalații de climatizare
— Aparate și instalații pentru desprăfuire ș.a.
— Filtre-tubulare
— Electrofiltre
— Filtre pulsatoare
— Captatoare de umiditate
— Cicloane și multicicloane colectoare
— Instalații de absorbție pentru eliminarea avariilor provocate de gaze

roiectare — Construcție — Livrare — Montaj



BLICOM



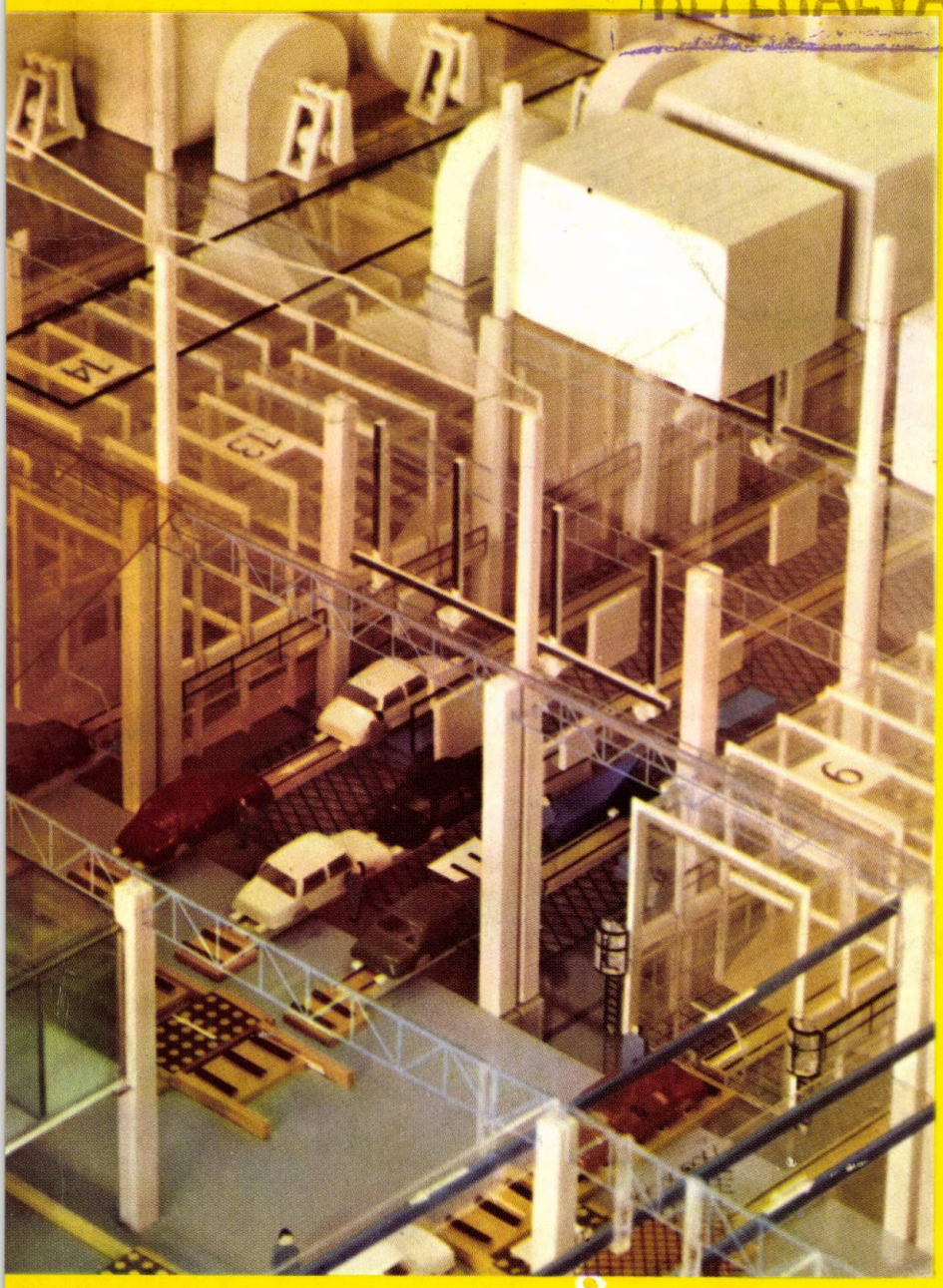
OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

d i f u z e a z ă

materiale de informare despre realizări din țară și din străinătate privind preocupările actuale în domeniul construcțiilor de mașini, de ex.: programul energetic, valorificarea surselor proprii de materii prime, economisirea materiilor prime și reciclarea deșeurilor etc. Difuzează, de asemenea, cataloage de fișe tehnice de produse, tehnologii, mecanizări, din fabricația curentă și din autoutilări, documente normative, materiale documentare în ajutorul proiectării și al producției.

1984 AUG 3 0

3279
64
B
REFERALVA



- TRATAMENTE TERMICE
- DEFORMARE PLASTICĂ

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

6

BUCUREȘTI ■ XXXVI ■ IUNIE ■ 1984

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR: OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXVI, nr. 6, iunie, 1984

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS HÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

CUPRINS

Tratamente termice

WANYOREK, C.:	**Structura reală a fierului gama și modalitățile participării transformărilor alotropică și de precipitare la procesele de călire martensitică/bainitică ale oțelului și ale aliajelor de același tip**	287
PANTEA, V.:	**Unele probleme actuale și de perspectivă ale tratamentelor termice și termochimice**	291
UDROIU, I. COLAN, H.:	**Tratamente termice în atmosferă de azot și hidrogen aplicate pieselor obținute prin deformare la cald din oțeluri inoxidabile austenitice**	295
DRUGĂ, L., FRANCISC, VERONICA, EVGHENIDE, C., COTRUȚĂ, V.:	**Creșterea durabilității bacurilor de rulat filet prin aplicarea unor tratamente termice superficiale**	297
DOBRESCU, R.N., OPROESCU, GH., DRUGĂ, L.:	**Determinări experimentale de durabilitate pentru sculele așchietoare din oțel rapid tratate termic în vid**	302
ȘERBAN, C., TUDORAN, P., DRUGĂ, L.:	**Influența procesului de sulfizare anodică asupra caracteristicilor tribologice ale pieselor și sculelor**	306
PANTEA, V., SOLACOLU, MARIA, MĂRGINEAN, ELENA, DIACONU, D., GIVEANU, E.:	**Durificarea prin tratament termochimic a roților dințate din fontă cu grafit nodular**	312
UDROIU, I., COLAN, H.:	**Tratamente termice aplicate reducțiilor conice obținute prin deformare la rece din țevi de oțeluri austenitice**	316
LUCA, V., INȚA, D., ȘERBAN, C., ANDREESCU, F., FORJE, A.:	**Aspecte inedite privind interacțiunea prin superpoziție de cîmpuri de energie, în cazul tratamentelor termice de sulfocianizare și sulfizare**	318
SABAC, MARIA:	**Contribuții la reducerea consumurilor de energie și oțeluri aliate prin aplicarea nitrurii în cuptorul cu strat fluidizat**	325

Deformare plastică

LAMMERT, FR., DRIG, C.:	**Îmbunătățirea constructivă și funcțională a cuptoarelor cu vatră rotativă**	332
PETCULESCU, P., CIUPINĂ, V., LUNGU, I.:	**Dispozitiv automat pentru controlul cu ultrasunete al pieselor forjate tip inel**	335

* * *

DRUGĂ, L.:	**O aniversare: profesorul Constantin Wanyorek**	339

Revista apare sub îndrumarea Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef: ing. Teodosia Oprescu
Redactor: Șerban Teodorescu
Coordonator științific: ing. Armand Vasiliu
Coperta reprezintă secția de vopsitorie cu grad înalt de automatizare, pentru caroserii de autoturisme; productivitatea, 25 caroserii/oră. Tehnologie, proiectare și asistență tehnică: I.C.T.C.M. București. Beneficiar: Întreprinderea de autoturisme Pitești

SUMARE

CZ : 621.73

Wanyorek, C.: **Structura reală a fierului gama și modalitățile participării transformărilor alotropică și de precipitare la procesele de călire martensitică/bainitică ale oțelului și ale aliajelor de același tip.**

Originalitatea studiului constă în trecerea de la conceptul static, neevolutiv, de fotografiere și descriere a fenomenelor surprinse în anumite stări singulare, izolate — la conceptul dinamic, evolutiv, care ia în considerație seria continuă de stadii succesive prin care se realizează tranziția de la starea inițială la starea finală, cu accentul pe aspectul fenomenologic.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 6, 10 ref. bibl.

CZ : 621.78 : 541.11

Pantea, V.: **Unele probleme actuale și de perspectivă ale tratamentelor termice și termochimice.**

Tratamentele termice și termochimice au o importanță hotărîtoare la realizarea caracteristicilor și performanțelor potențiale ale aliajelor metalice, la creșterea calității și fiabilității produselor și a siguranței în exploatare a mașinilor și instalațiilor, concomitent cu realizarea unor însemnate economii de energie. Articolul prezintă o serie de astfel de tehnologii de interes major pentru industria constructoare de mașini, cercetate, perfecționate și asimilate în cadrul I.C.S.I.T.P.S.C. București.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 6

CZ : 621.78

Udroiu, I., Colan, H.: **Tratamente termice în atmosferă de azot și hidrogen aplicate pieselor obținute prin deformare la cald din oțeluri inoxidabile austenitice.**

Lucrarea conține rezultatele tratamentului termic în atmosferă de 75% H_2 + 25% N_2 aplicat coturilor obținute din țevi de oțel inoxidabil austenitic prin deformare la cald. Datorită caracterului reducător al hidrogenului în timpul tratamentului termic au fost reduși oxizii de pe suprafața pieselor obținîndu-se piese cu suprafață albă, curată, ce necesită numai o pasivare în soluție de 10% HNO_3, timp de 15—20 minute la 70°C. Structura rezultată este austenitică omogenă.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 6, 5 fig., 4 ref. bibl.

CZ : 621.78

Drugă, L., Francisc, Veronica, Evghenide, C., Cotruță, V.: **Creșterea durabilității bacurilor de rulat filet prin aplicarea unor tratamente termice superficiale**

În lucrare se prezintă unele posibilități de creștere a duratei de funcționare a bacurilor de rulat filet executate din oțeluri de scule C 120 și H 12 M prin aplicarea unor tratamente termice și termochimice adecvate s-a constatat că prin realizarea tratamentului termic în vid urmat de tratamente termochimice de nitroferoxare și nitrurare în strat fluidizat se obține o creștere a duratei de funcționare de 2...3 ori. Prin aplicarea acestor tehnologii se pot obține importante economii de energie, manoperă și creștere a productivității muncii.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 6, 8 fig., 3 tab., 3 ref. bibl.

CZ : 621.78

Dobrescu, R.N., Oproescu, Gh., Drugă, L.: **Determinări experimentale de durabilitate pentru scule aschietoare din oțel rapid, tratate termic în vid**

Rezultatele experimentale și calculele pentru cuțitele de strung sînt prezentate în tabelul 4. Durabilitatea sculelor tratate termic în vid este mai bună decît aceea a sculelor tratate prin tehnologii clasice. Prelucrarea cu astfel de scule necesită eforturi mai mari din partea mașinii-unelte. Parametrii de tratament termic folosiți pot fi utili ori de cîte ori sînt călite scule din oțel rapid Rp5, în condiții similare celor expuse în lucrare.

Construcția de mașini, 36 (1984) nr. 6, 4 fig, 4 tab., 4 ref. bibl.

CZ : 621.78 : 541.11

Șerban, C., Tudoran, P., Drugă, L.: **Influența procesului de sulfizare anodică asupra caracteristicilor tribologice ale pieselor și sculelor**

În lucrare se prezintă rezultatele experimentării de comportare la uzare a unor epruvete din oțeluri de carburare și de scule tratate termic și termochimic și apoi sulfizate. S-a constatat că prin aplicarea procedeului de sulfizare anodică se obține o micșorare a pierderilor de masă în timpul funcționării între 20 și 100% realizîndu-se o importantă creștere a duratei de funcționare a pieselor și sculelor.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 6, 7 fig., 5 tab., 5 ref bibl.

CZ : 541.11

Pantea, V., Solacolu, Maria, Mărginean, Elena, Diaconu, D., Criveanu, E.: **Durificarea prin tratament termochimic a roților dințate din fontă cu grafit nodular**

În scopul creșterii capacității de încărcare și a duratei de funcționare a roților dințate pentru automacaralele de 125 tf, s-a experimentat tratamentul de nitrurare gazoasă. Ținînd seama de caracteristicile structurale ale fontei, (Fgn 600—2), s-au experimentat variante de nitrurare cu una și două trepte, pentru un domeniu de temperaturi 510—540°C. Pe baza cercetărilor de laborator și a încercărilor semiindustriale, s-au stabilit parametrii tehnologici realizînd straturi durificate cu adîncimea de 0,35—0,50 mm și duritate 450—550 HV_{10}. Pentru a cunoaște comportarea stratului durificat s-au efectuat încercări de uzură și gripaj, în diferite variante tehnologice. Varianta optimă de durificare s-au experimentat pe primul lot de piese prelucrate mecanic de Fabrica de Reductoare Reșița Renk. Procedeul asigură creșterea respectiv dublarea rezistenței la uzură și la gripaj în raport cu starea turnată și netratată.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 6, 7 fig. 4 ref. bibl.

CZ : 621.78

Udroiu, I., Colan, H.: **Tratamente termice aplicate reducțiilor conice obținute prin deformare la rece din țevi de oțeluri inoxidabile austenitice**

Lucrarea conține rezultatele tratamentului termic de recristalizare în atmosferă de 75% H_2 + 25% N_2 a reducțiilor conice obținute prin deformare la rece din țevi de 10 Ti Ni Cr 180. Piesele după tratamentul termic aplicat au suprafața albă, lipsită de oxizi, structura în masa de bază e austenitică, cu grăunțe uniforme. Caracteristicile mecanice revin, după tratamentul termic, la valori apropiate de cele dinaintea deformării la rece.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 6, 4 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 541.11

Luca, V., Ința, D., Șerban, C., Andreescu, F., Forje, Al.: **Aspecte privind interacțiunea, prin superpoziție de cîmpuri de energie, în cazul tratamentelor termice de sulfocianizare și sulfizare**

Cercetările au urmărit găsirea unor procedee noi de stimulare, respectiv de accelerare a proceselor care au loc în tratamentele termochimice, precum și elaborarea unor noi tehnologii de tratament termochimic. Rezultatele obținute conduc la creșterea productivității, a eficienței energetice și a calității produselor tratate.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 6, 7 fig., 12 ref. bibl.

CONTENTS

DC : 621.78

Wanyorek, C. : **Real Structure of Gamma — Iron and the Way Alotropic and Precipitation Changes Participate in the Process of Martensitic/Bainitic Hardening of Steel and Alloys of Same Kind**

This is and original study as it refers to the transition from the static unevolutive concept relying on the photographing and description of phenomena caught in certain singular isolated conditions to the dynamic, evolutive concept that refers to the continuous sequence of stages achieving the transition from the initial to the final state, emphasis being placed on the phenomenological aspect.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 6, 10 bibl. papers

D.C. 621.78 : 541.11

Pantea, V. : **Some Present and Future Problems Concerning the Heat and Thermochemical Treatment**

Heat and thermochemical treatment play a decisive part in securing the potential characteristics and performances of metal alloys, in achieving higher quality reliable products and safer operating conditions of the machinery and equipment, alongside important power cuts. The paper presents several such technologies of major importance for the mechanical engineering industry, which are the result of the research work and improvements carried out within I.C.S.I.T.P.S.C. Bucharest where they have equally passëd acceptance tests.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 6

DC : 621.78

Udroiu, I., Colan, H. : **Heat Treatments Performed in Nitrogen and Hydrogen Atmosphere Applied to Hot Formed Components of Austenitic Stainless Steel**

The paper contains the results of the heat treatment performed in 75% Hz + 25% N_2 atmosphere applied to bends obtained by hot forming austenitic stainless steel pipes. Owing to the reducing character of hydrogen, the oxides on the components surface were reduced during the heat treatment and components with white, clean aspect have been obtained needing only a passivation of 15—20 minutes at 70°C in a 10% HNO_3 solution. The resulting structure is a homogeneous austenitic one.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 6, 5 fig., 4 bibl. papers.

DC : 621.78

Drugă, L., Francisc, Veronica, Evghenide, C., Cotruţă, V. : **Increasing the Endurance of Treading Dies by Applying Surface Heat Treatments**

The paper presents certain possibilities of increasing the endurance of treading dies made of C 120 and H 12 M tool steel by applying proper heat and thermochemical treatments. A heat treatment under vacuum followed by thermochemical treatments of nitroferoxation and nitridation in fluidized bed results in a two — or three — fold increased life. By applying these technologies, important power and labour cuts can be obtained alongside an increased efficiency.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 6, 8 fig., 3 tables, 3 bibl. papers.

DC : 621.78

Dobreşcu, R. N., Oproescu, Gh., Drugă, L. : **Experimental Endurance Tests for High Speed Steel Cutting Tools Heat Treated Under Vacuum**

Experimental results and calculations for lathe tools are given in table 4. The endurance of tools heat treated under vacuum is better than of tools treated according to conventional technologies. Machining operations performed with such tools require an increased effort of the machine tool. The heat treatment parameters used can be useful any time Rp5 high speed steel tools are hardened under conditions similar to those shown in the paper.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 6, 4 fig., 4 tables. 4 bibl. papers.

D.C. 621.78 : 541.11

Şerban, C., Tudoran, P., Drugă, L. : **Influence of the Anodic Sulphidation on the Tribologic Characteristics of Components and Tools**

The paper presents the experimental results of behaviour test performed with carbon and tool steel specimens heat and thermochemically treated and then subject to sulphidation. By appyling the anodic sulphidation method, 20—100 p.c. smaller weight losses are obtained during operation, the components and tools life being thus considerably increased.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 6, 7 fig., 5 tables, 5 bibl. papers

---

D.C. : 541.11

Pantea, V., Solacolu, Maria, Mărginean, Elena, Diaconu, D., Criveanu, E. : **Thermochemical Hardening of Nodular Pig Iron Gear Wheels**

A gaseous nitridation treatment has been experimented for increasing the loading capacity and life of gear wheels for 125 t truck-mounted cranes. Taking into account the structural characteristics of pig iron, nitridation versions with one and two steps were experimented for a temperature range between 510 and 540°C, Starting from laboratory researches and semi-industrial tests, the technological, parameters were established for hardened layers 0.35—0.50 mm deep and 450—550 HV_{10} hard. In order to know the hardened layer behaviour, wear and jamming tests were performed for various technological versions. The optimum hardening version was experimeted on the first batch of components machined by the Reşiţa — Renk Gear Units Factory. The method provides for the increase or even doubling of the wear and jamming resistance as compared to the cast and non-treated condition.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 6, 7 fig., 4 bibl. papers

---

DC : 621.78

Udroiu, I., Colan, H. : **Heat Treatments Applied to Bevel Reductions Obtained by Cold Forming from Austenitic Stainless Steel Pipes**

The paper contains the results of recrystallization heat treatment in 75% H_2 + 25% N_2 atmosphere of bevel reductions obtained by cold forming from Ti Ni Cr 180 pipes. Following the heat treatment, the components have a white oxide-free surface, while the structure of the main mass is austenitic with even grains. After the heat treatment, mechanical characteristics resume values similar to those previous to the cold forming.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 6, 4 fig., 5 bibl. papers

SOMMAIRES

C.D. : 621.78

Wanyorek, C. : **La structure réelle du fer gamma et les modalités de la participation des transformations allotropiques et de précipitation aux processus de trempe martensique-baitinique de l'acier et des alliages de même type**

L'originalité de cette étude réside dans le fait qu'elle passe du concept statique, non-évolutif — de photographier et décrire les phénomènes surpris dans certains états singuliers, isolés — au concept dynamique, évolutif, qui prend en considération la série continue d'étapes successives conduisant à la transition de l'état initial à l'état final, l'aspect considéré du point de vue phénomènes.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 6, 10 réf.

C.D. : 621.78. : 541.11

Pantea, V. : **Problèmes actuels et de perspective des traitements thermiques et thermochimiques**

Les traitements thermiques et thermochimiques ont une importance décisive en ce qui concerne la réalisation des caractéristiques et des performances des alliages métalliques, la hausse de la qualité et de la fiabilité des produits et la sécurité des machines et des installations en exploitation, parallèlement à la réalisation d'une importante économie d'énergie. L'article présente une série de technologies de ce genre, constituant un intérêt majeur pour l'industrie constructrice de machines; ces technologies ont été étudiées, perfectionnées et appliquées dans le cadre de l'I.C.S.I.T.P.S.C. de Bucarest.

Construcţia de maşini, 36 (1984, no. 6

C.D. : 621.78

Udroiu, I., Colan, H. : **Traitements thermiques, en atmosphère d'azote et d'hydrogène, appliqués aux pièces en aciers inox austénitiques, obtenues par déformation à chaud**

Cette étude présente les résultats du traitement thermique, en atmosphère de 75%H_2+25% N_2, applique aux coudes obtenus à partir de tubes d'acier inox austénitique par déformation à chaud. Par l'effet du caractère réducteur de l'hydrogène durant le traitement thermique, les oxydes formés à la surface des pièces ont été réduits, de sorte que l'on a obtenu des pièces à surface blanche, propre, exigeant seulement une passivation dans une solution d'acide nitrique à 10%, pendant 15—20 minutes, à une température de 70°C. La structure obtenue est austénitique homogène.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 6, 5 fig., 4 ref.

C.D. : 621.78

Drugă, L., Francisc, Veronica, Evghenide, C., Cotruţă, V. : **L'accroissement de la durabilité des mors servant à rouler les filets, par l'application de traitements thermiques superficiels**

L'ouvrage présente certaines possibilités d'augmenter la durabilité des mors servant à rouler les filets, exécutés en aciers d'outils C 120 et H 12 M, en appliquant certains traitements thermiques et thermochimiques adéquats ; le traitement thermique sous vide, suivi par des traitements thermochimiques de nitroferroxage et nitruration en couche fluidisée, conduit à une hausse de 2—3 fois de la durée de fonctionnement des pièces respectives. L'application de ces technologies fournit d'importantes économies d'énergie et de main-d'oeuvre tout en haussant la productivité du travail.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 6, 8 fig., 3 tabl. 3 ref.

C.D. : 621.78

Dobrescu, R. N., Oproescu, Gh., Drugă, L. : **Déterminations expérimentales de durabilité, des outils de coupe en acier rapide ayant subi un traitement thermique sous vide**

Les résultats des expérimentations et les calculs concernant les outils de tour sont présentés dans le tableau 4. La durabilité des outils ayant subi un traitement thermique sous vide est supérieure à celle des outils traités selon les technologies classiques. L'usinage à l'aide de ces outils exige des efforts plus importants de la machine-outil. Les paramètres de traitement thermique employés peuvent être utiles à la trempe des outils en acier rapide Rp 5, dans des conditions semblables à celles exposées dans cet ouvrage.

Construcţia de maşini, 6 (1984), no. 6, 4 fig., 4 tabl., 4 ref.

C.D. : 541.11

Şerban, C., Tudoran, P., Drugă, L. : **Influence du processus de sulfisation anodique sur les caractéristiques tribologiques des pièces et des outils**

L'ouvrage présente les résultats expérimentaux du comportement à l'usure des éprouvettes en aciers de carburation et d'outils traitées de manière thermique et thermochimique et sulfitisées. En appliquant le procédé de sulfitisation anodique, on obtient une diminution de 20% et de 100% des pertes de masse durant le fonctionnement, en même temps qu'une importante hausse de la durée de fonctionnement des pièces et des outils.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 6, 7 fig., 5 tabl., 5 réf.

C.D. : 541.11

Pantea, V., Solacolu, Maria, Mărginean, Elena, Diaconu, D., Criveanu, E., : **Durcissement des roues dentés en fonte à graphite nodulaire par traitement thermochimique.**

En vue d'augmenter la capacité de chargement et la durée de fonctionnement des roues dentées destinées aux grues de 125 tonnes, on a expérimenté le traitement de nitruration gazeuse. En tenant compte des caractéristiques structurales de la fonte (Fgn 600-2), on a expérimenté des variantes de nitruration à et deux échelons, pour un domaine de températures de 510—540°C. En vertu des études en laboratoire et des essais semi-industriels, on a établi les paramètres technologiques en réalisant des couche durcies ayant une profondeur de 0,35—0,50 mm et dureté de 450—550 HV_{10}. On a effectué des essais d'usure et de grippage, en différentes variantes technologiques, en vue de connaître le comportement de la couche durcie. La variante optimale de durcissement a été expérimentée sur le premier lot de pièces usinées mécaniquement à la Fabrique de réducteurs Reşiţa Renk. Ce procédé assure l'augmentation et respectivement la multiplication par deux de la résistance à l'usure et au grippage par rapport à l'état coulé et non-traité.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 6, 7 fig., 4 réf.

C.D. : 621.78

Udroiu, I., Colan, H. : **Traitements thermiques appliqués aux réductions coniques obtenues, par déformation à froid, à partir d'aciers inox austénitiques.**

L'ouvrage présente les résultats du traitement thermique de recristallisation, en atmosphère de 75 % H_2 + 25 % N_2, des réductions coniques obtenues par déformation à froid, à partir de tubes de 10 Ti Ni Cr 180. Après le traitement thermique appliqué, les pièces ont la surface blanche, exempte d'oxydes, la structure de la masse est austénitique, avec des grains uniformes. Après le traitement thermique, les caractéristiques mécaniques reviennent aux valeurs proches de celles existant avant la déformation à froid.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 6, 4 fig., 5 réf.

INHALTSVERZEICHNIS

D.K. : 621.78

Wanyorek, C.: **Die reeele Struktur des Gamma-Eisens und die Beteiligungmöglichkeiten der allotropen und Fällungsveränderungen an den Martensit/Bainithärtungsprozessen von Stahl und gleichartigen Legierungen.**

Die Originalität der Studie besteht in den Übergang vom statischen, versteiften Konzept der Abbildung und Beschreibung der in bestimmten vereinzelten, isolierten Zustände erfaßten Erscheinungen zum dynamischen, entwicklungsfähigen Konzept, das die unterbrochene Serie der aufeinanderfolgenden Zustände berücksichtigt durch die die Wandlung vom Ausgangsstadium zum Endstadium realisiert wird unter Betonung des phänomenologischen Aspekts.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 6, 10 Lit.

D.K. : 621.78 : 541.11

Pantea, V.: **Einige Probleme der Wärme — und chemisch—thermischen Behandlungsverfahren, gegenwärtig und in der Perspektive.**

Die Wärme — und chemisch—thermische Behandlungsverfahren sind von entscheidender Bedeutung für die Erreichung der potentiellen Eigenschaften und Leistungen der Metallegierungen, für die Erhöhung der Qualität und Zuverlässigkeit der Erzeugnisse und der Betriebssicherheit der Maschinen und Anlagen bei gleichzeitigen wichtigen Energieeinsparungen. Im Beitrag wird eine Reihe derartigen Technologien präsentiert, die von besonderem Interesse für den Maschinenbau sind und vom I.C.S.I.T.P.S.C. — Bukarest erforscht, verbessert und in die Produktion übergeführt worden sind.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 6

D.K. : 621.78

Udroiu, I., Colan, H.: **Die Wärmebehandlung unter Stickstoff — und Wasserstoffschutzgas der durch Warmverformung erzielten Werkstücke aus nichtrostenden Austenit-Stählen.**

Der Beitrag enthält die Ergebnisse der Wärmebehandlung unter einem Schutzgas von 75 % H_2 + 25 % N_2 der durch Warmverformung erzielten Kniestücke aus nichtrostenden Austenit-Stahlrohren. Durch die reduzierenden Eigenschaften des Wasserstoffs wurden während der Wärmebehandlung die Reduktion der Oxide an der Oberfläche des Glühguts bewirkt und Werkstücke mit blanker und reiner Oberfläche erzielt für die nur noch das Passivieren in einer Lösung von 10 % NHO_3 etwa 15—20 Minuten lang bei 70 °C erforderlich ist. Das erzielte Gefüge ist austenitisch homogen.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 6, 5 fig., 4 Lit.

D.K. : 621.78

Drugă, L., Francisc, Veronica, Evghenide, C., Cotruţă, V.: **Die Lebensdauererhöhung der Gewinderollbacken durch die Wärmebehandlung der Oberflächen.**

Im Beitrag werden einige Möglichkeiten zur Lebensdauererhöhung der Gewinderollbacken aus Werkzeugsathl C 120 und H 12 H durch die Anwendung von geeigneten Wärme — und chemisch—thermischen Behandlungsverfahren präseintert; es wurde festgestellt, daß durch das Glühen im Vakuum, dem eine chemisch—thermische Behandlung zum Wirbelsricht-Nitroferroxieren und — Nitrieren folgt, eine 2 — bis 3 fache Erhöhung der Lebensdauer erzielt wird. Durch die Anwendung dieser Technologien können wichtige Energieeinsparungen sowie eine beachtliche Verminderung des Arbeitsaufwands und die Steigerung der Produktivität erreicht werden.

Construcţia de maşini, 36 (1984). Nr. 6, 8 fig., 3 tab., 3 Lit

D.K. : 621.78

Dobrescu, R.N., Oproescu, Gh., Durgă, L.: **Experimentelle Dauerfastigkeitsbestimmungen für die im Vakuum geglühten Schneidewerkzeuge aus Schnellarbeitsstahl.**

Die experimentell erzielten Ergebnisse und die Berechnungen für die Drehmeißel sind in der Tabelle 4 angeführt. Die Dauerfestigkeit der im Vakuum geglühten Werkzeuge ist als diejenige der mit Hilfe der herkömmlichen Technologien behandelten Werkzeuge. Die Bearbeitung mit diesen Werkzeugen bewirkt eine starke Beanspruchung der Werkzeugmaschine. Die Parameter des angewandten Glühverfahrens können für jede Härtung der Werkzeuge aus dem Schnellarbeitsstahl Rp 5 unter den im Beitrag beschriebenen Bedingungen nützlich sein.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 6, 4 Fig., 4 Tab., 4 Lit

---

D.K. : 621.78 : 541.11

Şerban, C., Tudoran, P., Drugă, L.: **Der Einfluß des anodischen Sulfidierens auf die tribologischen Eigenschaften der Werkstücke und Werkzeuge**

Im Beitrag werden die Ergebnisse der experimentellen Untersuchung des Verschleißverhaltens für Prüflinge aus Aufkohlungs — und Werkzeugstählen, die Wärme — und chemisch-thermisch behandelt und anschließend sulfidiert wurden, veröffentlicht. Es wurde festgestellt, daß durch Anwendung des anodischen Sulfidierensverfahren eine Verringerung des Massenverlustes zwischen 20% und 100% wie auch eine beachtliche Erhöhung der Lebensdauer der Werkstücke und Werkzeuge erzielt werden.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 6, 7 Fig., 5 Tab., 5 Lit.

D.K. : 541.11

Pantea, V., Solacolu, Maria, Mărginean, Elena, Diaconu, D., Criveanu, E.: **Die chemisch-thermische Härtung der Zahnräder aus Gußeisen mit Kugelgraphit**

Zur Erhöhung der Belastungsfähigkeit und der Lebensdauer der für die selbstangetriebenen Krane von 125 Mp bestimmten Zahnräder wurde das Gasnitrieren experimentiert. Unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Gußeisensgefüge (Fgn 600—2) wurden Versuche mit ein — und zweistufigen Nitriervarianten in einem Temperaturbereich zwischen 510°C und 540°C durchgeführt. Aufgrund der Labor — und semiindustriellen Versuche wurden technologische Parameter festgelegt, welche die Bildung einer Härtetiefe von 0,35—0,50 mm mit einer Härte von 450—550 HV_{10} ermöglichen. Um das Verhalten der Härteschicht zu überprüfen, wurden, Verschleiß — und Klemmversuche in verschiedenen technologischen technologischen Varianten durchgeführt. Die optimale Härtungsvariante wurde auf die erste in der Getriebefabrik Reşiţa Renk mechanisch bearbeiteten Werkzeugpartie experimentiert. Das Verfahren gewährleistet eine Erhöhung bzw. eine Verdoppelung der Verschleiß — und Klemmfestigkeit im Vergleich zu dem gegossenen und nicht behandelten Zustand

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 6, 7 Fig., 4 Lit.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК: 621.78

Ваниорек, К.: **Реальная структура гамма-железа и способы участия алотропического и осадочного преобразований в процессах мартеноитной/байнитной закалки и сплавов того же типа**

Оригинальность метода в переходе с статического, неразвивающего понятия фотографирования и описания явлений ряда одиночных, изолированных состояний — к динамическому, развивающему понятию, учитывающему постоянную серию последовательских стадий, путем которых реализуется переход с порвичного состояния к конечному, с упором на феноменологическом аспекте.

Constructţia de maşini, 36 (1984), н. 6, 10 лит.

ДК: 621.78 :541.11

Пантеа, В.: **Ряд актуальных и перспективных вопросов термической и теплохимической обработки**

Термическая и техническая обработка имеют решающее значение для реализации потенциальных характеристик и показателей металлических сплавов, для повышения качественности и надежности изделий и прочности в эксплуатации машин и установок, параллельно с осуществлением ряда значительных экономий энергии. Статья представляет ряд таких технологий мажорного интереса для машиностроительной промышленности, исследовательской области, совершенствования и освоения в рамках I.C.S.I.T.P.S.C. — Бухарест.

Constructţia de maşini, 36 (1984), н. 6

ДК: 621.78

Удрою И., Колан Х.: **Термообработка в азотной и водородной атмосфере деталей, полученных теплой деформацией из аустенитнойнержавеющей стали**

Работа содержит результаты термообработки в отмосфере $75\%H_2 + 25\%N_2$ коленчатых труб из труб нержавеющей аустенитной стали тепплой деформацией. Благодаря замедлительному характеру водорода, во время термообработки получили снижение наличия окиксей на поверхности деталей; реализуют детали с белой чистой поверхностью, требующей лишь пассивации в растворе 10% HNO_3 на протяжении 15—20 минут при 70°С. Полученная структура — гомогенная аустенитная.

Constructţia de maşini, 36 (1984), н. 6, 5 рис., 4 лит.

ДК: 621.78

Другэ Л., Франчиск Вероника, Эвгениде К., Котруцэ В.: **Повышение долговечности прогонки путем поверхносной термообработки**

В работе представляется ряд возможностей повышения долговечности в работе прогонок из инструментальной стали С 120 и Н 12 путем подходящей термо и теплохимической обработки. Констатировали, что благодаря вакуумной термообработке вместе с теплохимической обработкой нитрофеноксации и нитрирования в летучем слое получается повышение долговечности работы в 2...3 раза. Применением этих технологий получаются значительные экономии энергии, ручной работы и повышение производительности труда.

Constructţia de maşini, 36 (1984), н. 6, 8 рис., 3 табл., 3 лит.

ДК: 621.78

Добреску Р. Н.. Опроеску Г., Другэ Л.: **Опытные определения долговечности режущего инструмента из быстрорежущей стали, подвергнутого вакуумной термообработке**

Опытные результаты и расчеты для режущих ножей даны на таблице 4. Долговечность инструмента, подвергнутого технологическим методам обработки. Обработка таким инструментом требует больше усилий со стороныстанка. Параметры используемой теплообработки могут быть полезными каждый раз, когда закаляются инструменты из быстрорежущей стали Rp5; в условиях, сходных с теми, представленными в работе.

Constructţia de maşini, 36 (1984), н. 6, 4 рис., 4 табл., 4 лит.

ДК: 621.78 : 541—11

Шербан К., Тудоран Т., Дугэ Л.: **Влияние процесса анодной сульфизации на трибологические свойства деталей и инструмента**

В работе представлены результаты испытания поведения к износу ряда проб из углеродистой стали и инструмента под термообработкой и теплохимической, обработкой, а потом сульфизацией. Констатировали, что применением метода анодной сульфизации, получается снижение потери массы во время работы — на 20 и 100% и реализуется значительный рост долговечности эксплуатации деталей и инструмента.

Constructţia de maşini, 36 (1984), н. 6, 7 рис,, 5 табл., 5 лит.

ДК: 541.11

Пантеа В., Солаколу Мариа, Мэрджинеан Елена, Диакону Д., Кривеану Е.: **Твердение теплохимической обработкой зубчатых колес из чугуна со сфероидным графитом.**

В целях повышения загрузочной емкости и долговечности работы зубчатых колес для автокранов в 125 тс, попытали обработку газового нитрорирования. Учитывая структурные свойства чугуна (Fgn 600—2) испытали варианты нитрурирования одно — или двухступенчатого для температур между 510—540°С. На основе лабораторных и полупромышленных испытаний определили технологические параметры и реализовали отверденные слои глубиной 0,35—0,50 мм. и прочностью 450—550 HV_{10}. Для того, чтобы знать поведение отверденного слоя, осуществили испытания износа и задирания в различных технических вариантах. Оптимальный вариант твердения испытали для первой партии деталей механической обработки, изготовленных на заводе Редукторов Решица Ренк. Метод обеспечивает рост, т.е. удвоение прочности к износу и задиранию по отношению к литому и необработанному состоянию.

Constructţia de maşini, 36 (1984), н. 6, 7 рис., 4 лит.

ДК: 621.78

Удрою И., Колан Х.: **Термообработка для конических переходных втулок, полученных холодной деформацией труб из аустенитной нержавеющей стали.**

Работа содержит результаты термообработки перекристаллизации приатмосфере в 75% $H_2 + 25\%N_2$ конических переходных втулок, полученных холодной деформацией труб из 10 Ti Ni Cr 180. После обработки детали имеют белую поверхность без окисей, аустеническую основной массы с однородными частицами. После термообработки механические свойства вернутся к значениям, близким тем, которыми они обладали перед холодной деформацией.

Constructţia de maşini, 36 (1984), н. 6, 4 рис., 5 лит.

CZ : 541.11

Sabac, Maria : **Contribuţii la reducerea consumurilor de energie şi oţeluri aliate prin aplicarea nitrurării în cuptorul cu strat fluidizat**

Sînt prezentate unele rezultate experimentale de nitrurare în cuptorul cu strat fluidizat, pentru scule şi organe de maşini, în regim de strat fix. Sînt descrise condiţiile specifice de desfăşurare a procesului de tratament termochimic şi evidenţiaţi factorii care contribuie la accelerarea procesului şi la desfăşurarea lui în condiţii de reproductibilitate şi consum minim de energie şi de gaz tehnologic. Se prezintă caracteristicile straturilor nitrurate, obţinute pentru oţeluri de scule şi pentru oţeluri specifice organelor de maşini, din punct de vedere microstructural, proprietăţi mecanice şi durabilitate în exploatare.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 6, 8 fig., 2 tab., 5 ref bibl

---

CZ : 66.041.491

Lammert, Fr., Drig, C. : **Îmbunătăţirea constructivă şi funcţională a cuptoarelor cu vatră rotativă**

Cuptoarele cu vatră rotativă sînt singurele utilaje de încălzire care asigură o productivitate înaltă, concomitent cu o calitate bună a încălzirii şi un consum redus de combustibil. Lucrarea propune cîteva soluţii menite să conducă la îmbunătăţirea funcţionării acestor utilaje.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 6, 3 fig.

CZ : 620.179.16

Petculescu, P., Ciupină, V., Lungu, I. : **Dispozitiv automat pentru controlul cu ultrasunete al pieselor forjate tip inel**

Este descrisă partea mecanică şi electrică a dispozitivului automat pentru controlul cu ultrasunete a pieselor forjate tip inel la instalaţia de piroliză. Sînt prezentate condiţiile de control şi discutate avantajele mecanizării şi automatizării controlului în ultrasunete după criteriul preţ de cost — beneficiu — producţie.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 6,

D.C. : 541.11

Luca, V., Inţa, D., Şerban, C., Andreescu, F., Forje, Al. : **Aspects Concerning the Interaction by Energy Fields Overlapping in Case of Rhodanation and Sulphiding Heat Treatments**

Researches were directed towards finding new stimulating methods for accelerating the processes taking place during the thermochemical treatments, as well as towards working out new thermochemical treatment technologies. The results obtained lead to increased productivity and energy efficiency and higher quality treated products.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 6, 7 fig., 12 bibl. papers

---

D.C. : 541.11

Sabac, Maria : **Contributions to Power and Alloy Steel Cuts by Applying Nitridation to the Fluidized Bed Furnace**

The paper presents certain experimental results of nitridation in fluidized bed furnace for tools and machine components under fixed layer duty. The specific conditions are described for the thermochemical treatment unfolding, while the factors are evidenced contributing to speeding up the process and unfolding it under repeatibility and low power and technological gas consumption. The paper moreover presents the characteristics of nitridated layers obtained for tool and machine components steels, emphasis being placed on their mechanical properties and operation endurance.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 6, 8 fig., 2 tables, 5 bibl. papers

---

D.C. : 66.041.491

Lammert, Fr., Drig, C. : **Structural and Functional Improvements of Rotary Furnaces**

Rotary furnaces are the only heating equipment securing high efficiency alongside high heating characteristics and low fuel consumption. The paper submits several solutions conductive to an improved operation of these equipments.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 6, 3 fig.

D.C. : 620.179.16

Petculescu, P., Ciupină, V., Lungu, I. : **Automated Device for Ultrasound Testing of Ring Forgings**

The mechanical and electric systems are described of the automated device for the ultrasound testing of ring forgings relevant of the pyrolysis installation. The control conditions are shown and the advantages of a mechanized and automated ultrasound testing are dealt with according to the cost price — output benefit criterium.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 6

C.D. : 541.11

Luca, V., Inţa, D., Şerban, C., Andreescu, F., Forje, Al. : **Aspects concernant l'inter-action, par superposition de champs d'énergie, dans le cas des traitements thermiques de sulfocyanisation et de sulfisation.**

Les recherches ont visé l'établissement de nouveaux procedédés de stimulation et d'accélération des processus qui ont lieu au cours des traitements thermochimiques, ainsi que l'élaboration de technologies de traitement thermochimique. Les résultats obtenus conduisent à la hausse de la productivité du travail, de l'efficience énergétique et de la qualité des produits traités.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 6, 7 fig., 12 réf.

C.D. : 541.11

Sabac, Maria : **Contributions à la réduction des consommations d'énergie et d'aciers alliés en appliquant la nitruration dans le four à couche fluidisée.**

On présente une série de résultats expérimentaux de nitruration des outils et des organes de machines, obtenus dans le four à couche fluidisée, en régime de couche fixe. On décrit les conditions spécifiques de déroulement du processus de traitement thermochimique et on met en évidence les facteurs contribuant à l'accélération du processus et de son déroulement, dans des conditions de reproductibilité et de consommation minimale d'énergie et de gaz technologique. On présente également les caractéristiques des couches nitrurées des aciers pour outils et des aciers pour organes de machines, du point de vue microstructural, propriétés mécaniques et durabilité en exploitation.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 6, 8 fig., 2 tabl., 5 réf.

C.D. : 66.041.491

Lammert, Fr., Drig, C. : **Amélioration constructive et fonctionnelle des fours à sole rotative.**

Les fours à sole rotative sont les seuls outillages de chauffage susceptibles d'assurer une haute productivité, en même temps qu'une bonne qualité du chauffage avec une consommation de combustible réduite. L'ouvrage propose plusieurs solutions capables de conduire à l'amélioration du fonctionnement de ces outillages.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 6, 3 fig.

C.D. : 620.179.16

Petculescu, P., Ciupină, V., Lungu, I. : **Dispositif automatique pour le contrôle à ultrasons des pièces forgées de type anneau.**

On décrit les parties mécanique et électrique du dispositif automatique pour le contrôle à ultrasons des pièces forgées de type anneau d l'installation de pyrolyse. On présente les conditions de contrôle et on commente les avantages offerts par la mécanisation et l'automatisation du contrôle par ultrasons du point de vue prix de revient — bénéfice — production.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 6

D.K. : 621.78

Udroiu, I., Colan, H.: **Die Wärmebehandlung der kegelförmigen Verjüngungen, die durch Kaltverformung der Rohren aus nichtrostenden Austenit — Stählen erzielt wurden**

Der Beitrag enthält die Ergebnisse der Rekristallisationsbehandlung unter einem Schutzgas von 75% H + 25% N der durch Kaltverformung erzielten kegelförmigen Verjüngungen aus 10 — Ti — Ni Cr 180 — Rohren. Die Werkstücke weisen nach der Wärmebehandlung eine blanke oxidfreie Oberfläche, Austenitgefüge der Kernmasse mit gleichförmigen Körnern auf. Nach der Wärmebehandlung sind die Werte der mechanischen Eigenschaften denen vor der Kaltverformung wieder annähernd gleich.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 6, 4 Fig., 5 Lit.

D.K. : 541.11

Luca, V., Inţa, D., Şerban, C., Andreescu, F., Forje, Al.: **Einige Aspekte der durch die Übereinanderlagerung der Energiefelder bewirkten Wechselwirkung im Falle der Sulfozyanierens — und Sulfidierenswärmebehandlung**

Die Forschungen zielten auf die Ermittlung neuer Verfahren zum Anregen bzw zur Beschleunigung der Prozesse, die in den chemisch-thermischen Behandlungen stattfinden, wie auch auf die Ausarbeitung von neuen chemischthermischen Behandlungstechnolgien ab. Die erzielten Ergebnisse führen zur Steigerung der Produktivität, zur Erhöhung der energetischen Effektivität und der Qualität der behandelten Erzeugnisse.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 6, 7 Fig., 12 Lit.

D.K. : 541.11

Sabac, Maria: **Einige Beiträge zur Herabsetzung des Verbrauchs an Energie und legierten Stählen durch die Anwendung des Nitrierverfahrens im Wirbelschichtofen**

Veröffentlicht werden einige experimentell erzielten Ergebnisse beim Nitrieren im Wirbelschichtofen der Werkzeuge und Maschinenteile unter Anwendung der fixen Schicht. Es werden die spezifischen Bedingungen für die Abwicklung des chemisch-thermischen Behandlungsprozesses beschrieben und die Faktoren hervorgehoben, die zur Beschleunigung des Prozesses und zu seiner Abwicklung unter Bedingungen, die seine Wiederholung wie auch einen minimalen Verbrauch an Energie und technologischem Gas ermöglichen, beitragen. Beschrieben werden fernen die Kennzeichen der nitrierten Schichten, die bei den Werkzeugstählen und den für Maschinenteile spezifischen Stählen erzielt wurden hinsichtlich ihrer Mikrostruktur, der mechanischen Eigenschaften und der Betriebsdauer.

Construcţia de maşini, 36 (1984,, Nr. 6, 8 Fig., 2 Tab., 5 Lit.

D.K. : 66.041.491

Lammert, Fr., Drig, C.: **Die bautechnische und Betriebsverbesserung der Drehherdöfen**

Die Drehherdöfen sind die einzigen Erwärmungsanlagen, die eine hohe Produktivität bei gleichzeitiger entsprechender Erwärmungsqualität und geringem Brennstoffverbrauch gewährleisten. Der Beitrag enthält einige Lösungsvorschläge, die bestimmt sind, den Betrieb dieser Anlagen zu verbessern.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 6, 3 Fig.

D.K. : 620.179.16

Petculescu, P., Ciupină, V., Lungu, I.: **Automatische Vorrichtung für Ultraschallwerstoffprüfung der ringförmigen Schmiedeteile**

Beschrieben werden der mechanische und der elektrische Teil der automatischen Vorrichtung für die Ultraschallwerkstoffprüfung der ringförmigen Schmiedeteile der Pyrolyseanlage. Es werden die Übergrüfungsbedingungen präsentiert und die Vorteile der Mechanisierung und Automatisierung der Ultraschallwerkstoffprüfung gemaß dem Kriterium Selbskostenpreis — Gewinn — Produktion behandelt.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 6

ДК : 541.11

Лука В., Инца Д., Шербан К., Андрееску Ф., Форже, А.: **Аспекты межотношения сверхположения полей энергии, в случае термообработки сульфоцианизацией и сульфизацией.**

Исследования преследовали цель нахождения новых методов стимулирования, т.е. ускорения процессов, имеющих место во время теплохимической обработки. Полученные результаты ведут к повышению производительности труда, энергетической эффективности и качественности обработанных изделий.

Construcţia de maşini, 36 (1984), н. 6, 7 рис., 12 лит.

ДК : 541.11

Сабак Мария : **Вклад в снижение расхода энергии и легированной стали применением нитрурирования в печи с летучим слоем**

Представлены некоторые опытные результаты нитрурирования в печи с летучим слоем для инструмента и органов машин в режиме непдвижного слоя. Описаны специфические условия протекания процесса теплообработки и подчеркнуты факторы, содействующие ускорению процесса и его протеканию в условиях минимального расхода энергии и технологического газа. Даются характеристики нитрурированных слоев для инструмента и стали для органов машин с микроструктурной точки зрения, механические свойства и прочность в эксплуатации.

Construcţia de maşini, 36 (1984), н. 6, 8 рис., 2 табл,. 5 лит.

ДК : 66.041.491

Ламмерт Фр., Дриг, К.: **Конструктивное и рабочее совершенствование ротационных печей**

Ротационные печи являются единственным отопительным оборудованием, обеспечивающим повышенную продуктивность параллельно с хорошим качеством отопления и пониженным расходом топлива. Работа предлагает ряд решений, ведущих к совершенствованию работы этого оборудования.

Construcţia de maşini, 36 (1984), н. 6, 3 рис.

ДК : 620.179.16

Петкулеску П., Чиупинэ В., Лунгу И.: **Автоматическое устройство для ультразвукового контроля кованых деталей кольцевого типа**

Описаны механическая и электрическая части автоматического устройства для ультразвукового контроля кованых деталей кольцевого типа пиролизной установки. Даются контрольные условия и анализированы выгоды механизации ультразвукового контроля согласно критерии себестоимости — прибыли — продукции.

Construcţia de maşini, 36 (1984), н. 6

CZ : 621.78

Structura reală a fierului gama și modalitățile participării transformărilor alotropice și de precipitare la procesele de călire martensitică/bainitică ale oțelului și ale aliajelor de același tip

Prof. dr. ing. Constantin **WANYOREK** – Universitatea din Brașov

Introducere

În **procesul de călire** a aliajelor fier-carbon intervin, succesiv sau paralel, **două transformări fundamentale :** transformarea **alotropică a fierului,** care alcătuiește matricea aliajului, și **precipitarea carburii,** a cementitei, Fe_xC, din soluția solidă austenită, suprasaturată prin suprarăcire.

La explicarea procesului de călire, din motive istorice, **alotropia a eclipsat total precipitarea — omisiune gravă,** întrucît **precipitarea** constituie, de fapt, **baza durificării** prin călire și nu alotropia.

Pe de altă parte, **structura metalografică** a unui anumit aliaj, acceptată, la un moment dat, pentru o anumită situație de echilibru, precizată — trebuie neapărat să fie în **perfectă corespondență cu natura și mecanismul transformărilor de structură** pe care respectivul aliaj le suferă parcurgînd întreaga gamă a temperaturilor — condiție **principală,** care **nu** este satisfăcută de ipoteza structurii cubice cu fețele centrate (cfc) a fierului gama, acceptată istoricește din cauza ușurinței, mai mari, de identificare, pe interferograma fierului gama în raze X, a celulei, de simetrie superioară, cfc, în locul celulei de simetrie inferioară acesteia, **celula tetragonală cu volumul centrat (tvc),** care reprezintă în realitate **adevărata structură a fierului gama,** conformă cu mecanismul real de transformare ulterioară a acestuia în fierul alfa, cubic cu volumul centrat cvc.

Analizarea critică a ambelor teme și **sintetizarea** rațională a observațiilor — sînt lucrări care au fost întocmite în spiritul realizării unui **salt calitativ** în gîndire-cercetare-interpretare, prin trecerea de la **conceptul static, neevolutiv,** al fotografierii și descrierii fenomenelor surprinse în anumite stări singulare, izolate — la **conceptul dinamic, evolutiv,** care ia în considerație însuși **fluxul evoluției** în ansamblul ei, ca un tot materializat prin seria continuă de stadii succesive prin care se realizează tranziția de la starea inițială la starea finală — întreaga problematică fiind tratată, predominant, din punctul de vedere **fenomenologic,** a ce se întîmplă **de fapt.**

Se speră și se dorește, că, și în acest caz, aplicarea conceptului dinamic, evolutiv, va conduce la constituirea unui **tablou nou și mai realist al proceselor metalurgice** care au loc în aliajele fier-carbon, ca și în cele similare lor, **în timpul și din cauza călirii.**

Se va începe cu analizarea transformării alotropice a fierului, în partea I a lucrării; se va continua în partea a II-a cu cercetarea procesului de durificare — concluziile fiind prezentate în partea a III-a, în care s-a încorporat și un număr mai mare de informații și de detalii asupra mecanismelor transformărilor, amplificîndu-se indicațiile din capitolul al II-lea.

Transformarea alotropică a fierului

Structura — după Bain — tetragonală cu volumul centrat **tvc a martensitei de călire** — surprinzător plasată între cfc-ul fierului gama și cvc-ul fierului alfa — nu poate fi și **nu este un paradox.**

Aparținînd unui produs călit, acest tvc al martensitei de călire pare mai degrabă **moștenit** pe cale normală și naturală de la fierul gama, respectiv de la austenita din care provine prin răcire supracritică, operație de presupus conservativă sub raportul structural — ceea ce conduce la ipoteza că **și fierul gama și austenita,** ca generatori ai martensitei de călire, ar putea fi **tot tvc** — cu atît mai mult cu cît, de fapt, rețeaua gama, ca realitate fizică unică, poate fi concepută, din punct de vedere geometric-cristalografic, la fel de bine ca un multiplu, fie de celule cfc, fie de celule tvc, urmînd ca dintre aceste două soluții structurale echivalente să fie aleasă cea mai conformă cu mecanismul transformărilor structurale impuse de variația temperaturii.

În această privință, ipoteza structurii tvc a fierului gama și a austenitei este salutară pentru explicarea transformării gama-alfa, care devine rațională și inteligibilă, atît din punct

de vedere al mecanismului fizic (celula tvc trecînd în celulă cvc prin simplă contracție longitudinală și lățire bazală), cît și din punct de vedere termodinamic. Într-adevăr, socotind fiecare celulă un „sistem", prin ipoteza „tvc" e salvgardat și principiul constanței masei sistemului aflat în curs de transformare, celulele tvc (gama) și cvc (alfa) conținînd, ambele, cîte doi atomi în gabarit, spre deosebire de celula cfc, care conține o cantitate dublă — patru.

În plus, mecanismul **fizic** al transformării unei celule cfc în două celule cvc nu este de conceput decît prin demontarea totală a celulei cfc, pînă la atomii singulari izolați, formînd o masă amorfă, urmînd ca rețeaua să fie apoi reconstruită după un plan complet nou, planul cvc, — ceea ce este cu totul nerealist. Nici transformarea inversă nu ar fi mai fericită : o jumătate de celulă cfc dintr-o celulă întreagă cvc.

Concluzia : structura tvc a martensitei de călire nu este un paradox, ci o moștenire normală de la fierul gama și austenita din care provine prin călire — fierul gama și austenita din care provine prin călire — fierul gama și austenita avînd, bineînțeles, tot structură tvc.

Durificarea

Se va trata aici despre **durificarea termofizică,** prin călire, **a rețelei matricei** oțelurilor care — după o prealabilă încălzire supracritică — au fost supuse unui regim de răcire supracritică — și nu se va trata despre creșterea durității aliajului prin includerea în masa matricei a unor constituenți sensibili mai duri decît aceasta.

Mecanismul unic care conduce — în toate cazurile — la creșterea durității, rezistenței și fragilității matricei aliajului, este **mecanismul de ecruisare,** de deformare plastică la rece.

Ecruisarea constă în **dezechilibrarea durabilă,** prin orice mijloace, mecanice-externe sau termice-interne, a rețelei matricei, în **conexiune strictă și obligatorie cu temperaturi sensibil subcritice,** chemate să asigure **durabilitatea** — pseudostabilitatea — dezechilibrării, realizate anterior, prin împiedicarea categorică a oricăror procese de detensionare, recristalizare nefazică, coagulare a particulelor de fază dispersă, — procese care ar atenua, progresiv, pînă la anulare, necesarul dezechilibru reticular, realizat inițial.

Producerea ecruisării matricei este **asociată cu producerea alunecărilor și distorsiunilor** de rețea, cunoscute și descrise în literatură.

„Ecruisarea termică", care își are aplicațiile ei în metalurgia fizică și în tratamentele termice, se servește de energia termică drept factor indirect, pentru a determina producerea — în condiții precizate — a acelor **modificări de structură** în interiorul aliajelor, care sînt, în final, **cauza** directă care declanșează în aliaj **efectul de ecruisare-durificare.**

Principial acest efect **se naște de pe urma apariției** în structura aliajului a unor **particule de fază nouă** (metal, compus definit, soluție solidă distinctă de matrice). În condițiile unor temperaturi destul de scăzute, pentru ca matricea, devenită suficient de rigidă, să poată fi ecruisată cu eficiență — noile particule exercită, în momentul aparației lor, o anumită împingere asupra rețelei matricei, ecruisînd-o.

Apariția de noi faze poate fi determinată fie prin producerea unor transformări alotropice, fie prin producerea unor procese de precipitare din soluții solide suprasaturate prin suprarăcire (călire) — noile faze avînd, de regulă, un **volum specific real mai mare** decît cel virtual, avut de ele în starea lor anterioară (dizolvată), înainte de producerea transformării (precipitării) — ceea ce atrage după sine împingerea (presiunea) ecruisantă a particulelor de fază nouă asupra matricei înconjurătoare.

Elementele de aliere existente în aliaj pot influența în două moduri gradul de durificare realizabil prin precipitarea expansivă, și anume fie formînd soluții solide cu matricea, dezechilibrînd-o și mărindu-i astfel totodată și susceptibilitatea de a fi ecruisată, fie formînd constituenți proprii, compuși definiți, care, prezentînd proprietatea de solubilitate variabilă în matrice, măresc cantitatea de substanță precipitabilă și în felul acesta și gradul de ecruisare.

Cel mai eficient proces de durificare termofizică pare a fi **precipitarea** unor compuși definiți din soluțiile lor mamă, suprasaturate prin suprarăcire, **proces universal,** care se întîlnește practic la toate tipurile de aliaje durificabile prin procese termofizice — fără deosebire.

Deosebirea (care există totuși, pînă la urmă) rezultă din diferențele existente în ceea ce privește **cinetica procesului de eliminare-ecruisare.**

În **aliajele de tipul duraluminiu,** în care nu este posibilă producerea de transformări eutectoide — precipitarea expansivă, ecruisantă, se produce cu **întîrziere** și într-un ritm lent, progresiv, abia în decursul, din cauza și pe măsura realizării îmbătrînirii naturale sau artificiale, aplicate aliajului, călit inițial la o soluție solidă suprasaturată — preudostabilă la temperatura ordinară.

În **aliajele de tipul oțel-carbon,** eliminarea carburii din austenita suprarăcită prin călire se produce **chiar în timpul călirii** cu o **violentă extremă,** datorată atît cvasiizotermismului procesului de eliminare-ecruisare (care îi determină bruschețea), cît și **intensității,** masivită-

ții procesului, datorată cantității foarte mari de produs eliminat, ca urmare a variației, foarte importante, a concentrației produsului de eliminat, în soluția solidă — înainte și după precipitare.

Apartenența oricărui aliaj la unul din aceste două tipuri se poate constata și aprecia, calitativ și cantitativ, **cu anticipație**, prin examinarea diagramelor de echilibru ale aliajelor respective.

Examinînd, mai în detaliu, procesul de eliminare-ecruisare în **cazul aliajelor de tip oțel**, se constată că din austenita suprarăcită a unui oțel carbon se precipită expansiv particule molecular-disperse de carbură, ecruisînd și — mai mult decît atît — microfisurînd rețeaua matricei în jurul fiecărui centru de precipitare.

Conform principiului lui Henry Le Châtelier, orice gol, în primul rînd **microfisurile** primare, **stimulează** autocatalitic **producerea de noi precipitări,** noi ecruisări, noi microfisurări, acestea din urmă propagîndu-se fulgerător de-a lungul planelor de alunecare-clivaj ale rețelei matricei, din margine de cristal primar către marginea lui opusă, generînd aspectul acicular, caracteristic martensitic.

Progresarea de la periferie spre centru a procesului ciclic și autocatalitic (de precipitare-umflare-ecruisare-microfisurare și iarăși precipitare ș.a.m.d.), este frînată de aureola de defecte și impurități care încadrează cristalele primare de austenită, procesul trebuind să fie reluat la fiecare nouă limită primară întîlnită.

Frînarea fiind mai intensă în aliajele cu ereditate primară fină, **adîncimea de pătrundere a efectului de călire — călirea specifică** — va fi mai mică în acestea decît în aliajele cu ereditate grosolană.

Martensita de călire, tvc și durificată, a suferit, evident, procesul de ecruisare prin precipitare expansivă, dar **n-a suferit încă transformarea alotropică**. Aceasta se produce cu întîrziere, în timpul și din cauza operației de revenire joasă la care este supusă martensita de călire (devenită **martensită de revenire** cvc, și din această cauză mai puțin dură decît martensita de călire tvc din care provine), datorită tocmai transformării alotropice suferite de matricea gama, ecruisată, a martensitei de călire — trecerea de la structura tvc la structura cvc făcîndu-se cu o anumită expansiune a rețelei, prin care i se micșorează gradul de dezechilibrare-ecruisare imprimat ei inițial.

De aici, se mai vede că **transformarea alotropică** mai degrabă **frînează** durificarea prin călire.

Principial, însă, s-ar putea admite că atît transformarea alotropică pură, cît și simplele contracții-dilatații termice **anizotrope** ale cristalitelor unui agregat policristalin ar putea determina, datorită jenei reciproce în mișcare (cristalitele avînd și orientări diferite), un anumit grad de dezechilibrare, de ecruisare a rețelelor respective, de eficiență — evident — redusă sub raportul practic.

Se relevă că, la **călirea la martensită,** cele două transformări fundamentale se produc **succesiv : întîi precipitarea,** în martensita de călire, apoi **alotropia,** în martensita de revenire.

Bainita superioară, floconoasă cvc, are o duritate sensibil inferioară și o tenacitate sensibil superioară martensitei de călire și chiar și martensitei de revenire.

În bainita floconoasă sînt, deci, gata realizate ambele transformări fundamentale — alotropia și precipitarea — și s-ar putea ca ele să se fi produs concomitent, ceea ce ar fi și în bună concordanță cu raportul durităților.

Dar ținînd seama și de succesiunea separărilor din austenita suprasaturată, așa cum se poate observa această succesiune în domeniile de temperatură superioare ale diagramelor TTT referitoare la aliajele fier-carbon — și remarcîndu-se inițierea procesului, de regulă, prin separarea feritei — este permisă ipoteza că în domeniile de temperatură superioare transformarea austenitei suprarăcite se inițiază prin separarea feritei, adică prin realizarea transformării alotropice, care nu poate fi frînată prin procesul de transformare izotermă — la acest nivel, ridicat — după cum în domeniile de temperaturi inferioare transformarea este inițiată prin durificare, adică prin procesul de precipitare, care, la rîndul lui, nu poate fi frînat la acest nivel, scăzut.

În lumina acestor considerații, pare acceptabilă ipoteza că transformările care conduc la obținerea bainitei floconoase constau în **realizarea inițială a transformării alotropice,** dublată de dilatarea corespunzătoare a rețelei, **urmată de durificarea prin precipitare,** efectul acestui din urmă proces fiind previzibil sensibil mai slab decît la formarea martensitei de călire, tocmai datorită expansiunii, încă inițiale, prealabile, a rețelei.

Absența aspectului acicular pare a confirma atenuarea intensității procesului de precipitare la formarea bainitei superioare, tocmai datorită succesiunii reale a transformărilor fundamentale, inversă succesiunii realizate la generarea structurii martensitice, în martensita de călire și în martensita de revenire.

La **realizarea călirii izoterme pentru bainită superioară**, se pornește de la încălzirea supracritică pentru austenită echilibrată tvc, gama. Urmează răcirea rapidă la nivelul izoterm hotărît, cu menținere. Austenita-gama devine suprarăcită. În timpul perioadei pasive, austenita suprarăcită tvc, gama, suferă transformarea alotropică și se transformă în austenită suprarăcită cvc, alfa — supusă apoi ecruisării prin precipitare expansivă.

În cazul **bainitei inferioare, aciculare,** duritatea, apropiată de a martensitei de revenire și inferioară bainitei superioare, pare a indica o suprapunere, cel puțin parțială, în timp, a ambelor procese, cu o eventuală anticipare, mai mică sau mai mare, a procesului de precipitare.

Este de reținut că — în condițiile presupuse și expuse aici — matricea generatoare a martensitei de călire este tvc gama, în timp ce matricea generatoare a bainitei superioare este cvc alfa — de unde noțiunile de **austenită-gama, tvs, și de austenită-alfa,** cvc — conform cu tipul rețelei matricei respective.

Concluzii

1. Fierul gama nu este cubic cu fețele centrate cfc, ci tetragonal cu volumul centrat tvc.

2. Austenita este o soluție solidă de carbură de fier Fe_xC (cementită) în fier. Prin dizolvare carbura disociază în ioni de fier și în ioni de carbon. Există **două tipuri de austenită,** în funcție de natura cristalografică a celulei rețelei matriceale a ei:

— **austenita-gama** — o soluție solidă de carbură de fier în fierul gama. Ea stă la baza procesului de călire martensitică și poate fi nesaturată, saturată sau suprasaturată;

— **austenita-alfa** — o soluție solidă, exclusiv suprasaturată, de carbură de fier în fierul alfa. Ea stă la baza procesului de călire bainitic.

3. **Martensita de călire tvc, albă după atac, nu este o soluție solidă forțată de carbon în fierul alfa.** Martensita de călire, fiind tvc, nu a suferit încă transformarea alotropică gama-alfa. În mod evident însă, ea a suferit deja procesul de ecruisare-durificare prin precipitarea expansivă a particulelor molecular-disperse de carbură din austenita-gama suprasaturată prin suprarăcire.

Metalografic, martensita de călire reprezintă aspectul ecruisat al cristalelor de fier gama, provenite direct și fără nici o modificare din cristalele de austenită-gama, din care, datorită procesului de călire aplicat, a avut loc eliminarea practic totală a particulelor de carbură, ecruisante, prezente în toată masa acestor cristale, acum de fier gama, sub forma unei suspensii molecular-disperse.

Nu există cristale, propriu-zise, de martensită de călire, în sensul unor cristale noi, inițiate prin germinare și crescute prin difuzie.

Ceea ce se naște și crește — simulînd oarecum un proces de germinație și de creștere cristalină — este **inițierea și expandarea procesului ciclic,** autocatalitic de precipitare-umflare-ecruisare-microfisurare și din nou precipitare — ș.a.m.d.

Aspectul acicular tipic **martensitic** se datorește caracterului particular deosebit al cineticii procesului de eliminare-ecruisare care are loc în aliajele de tip oțel — particularitate datorată — anume — atît **caracterului exploziv (bruschețe** mare, prin cvasiizotermie și **intensitate** mare, prin cantitatea mare de produs ecruisant eliminată) cît și **fenomenului de microfisurare** a matricei în jurul fiecărui centru de precipitare și stimulării autocatalitice a acestui fenomen de-a lungul planelor de clivaj-alunecare ale matricei, din margine în margine de cristal primar.

În rezumat, martensita de călire este fier-gama, provenit din austenita-gama suprarăcită, ecruisat de incluziunile molecular-disperse de carbură, pe care le cuprinde în toată masa sa.

4. Martensita de revenire cvc, neagră după atac, nu este o soluție solidă forțată de carbon în fierul alfa.

Martensita de revenire este exact martensita de călire, adică cristale de fier-gama ecruisate de suspensia de carburi, în care, suplimentar, s-a produs procesul de transformare alotropică gama-alfa — ca urmare și în decursul procesului de revenire joasă, la care martensita de călire a fost supusă, și de la care martensita de revenire a moștenit ecruisarea-durificarea rețelei, moștenire confirmată și de conservarea, fără modificări, a aspectului acicular, al martensitei de călire, din care provine.

Din cauza transformării alotropice suferite și a dilatării aferente a rețelei matricei, gradul de ecruisare a rețelei s-a redus și în consecință duritatea martensitei de revenire trebuie să fie — și este — cu ceva mai mică decît duritatea martensitei de călire.

În rezumat, **martensita de revenire este fier-alfa ecruisat, care conține în toată masa lui o suspensie ecruisantă de particule molecular-disperse de carbură Fe_xC.**

5. În decursul călirii martensitice, marile transformări fundamentale (alotropia și precipitarea) se produc succesiv și într-o anumită ordine: întîi precipitarea — în martensită de călire — urmată apoi de alotropie — în martensită de revenire.

6. Bainita superioară, floconoasă, cvc, are o duritate sensibil inferioară și o tenacitate sensibil superioară martensitei de revenire, ceea ce indică o intensitate sensibil mai mică a procesului de precipitare-durificare, explicabilă prin acceptarea unei **ordini inverse** la producerea bainitei **floconoase față de ordinea realizată la călirea martensitică** — și anume: **inițial transformarea alotropică,** fără durificare, prin transformarea austenitei-gama suprarăcite, în austenită-alfa suprarăcită, însoțită de afinarea structurii aferentă transformării alotropice, după care **urmează precipitarea** durificatoare a carburii din austenită-alfa — efectul ecruisării fiind atenuat sensibil de dilatația preexistentă a rețelei matricei.

Bainita floconoasă este deci **fier-alfa cvc ecruisat** care conține în toată masa lui o suspensie de particule molecular-disperse de carbură, avînd o anumită tendință spre aglomerare prin mecanismul, exclusiv în acest caz, al ciocnirilor întîmplătoare care se produc, indiferent de mărimea, critică sau subcritică, a particulelor — coalescența zisă directă, fără difuzie.

7. Bainita inferioară, aciculară, neagră după atac (ca și martensita de revenire, cu care se aseamănă oarecum) — avînd durități inferioare bainitei floconoase și apropiate de ale martensitei de revenire — **pare a sugera ipoteza unei produceri concomitente a ambelor transformări fundamentale:** alotropia și precipitarea, cu o eventuală, oarecare, preponderență, anticipare parțială, a precipitării.

8. Durificarea oțelului prin procese termofizice, atît în cazul călirii martensitice, cît și în cazul călirii bainitice, **nu se datorește transformării alotropice a fierului, ci celeilalte transformări fundamentale** asociate cu aceasta în procesul de călire, care este, anume, **ecruisarea durabilă a rețelei matricei aliajului** prin **procesul ecruisant-durificant al precipitării expansive** a particulelor molecular-disperse de carbură din soluția solidă suprasaturată, denumită în general austenită — iar în particular — fie **austenită-gama,** în procesul martensitic, fie **austenita-alfa,** în procesul bainitic.

9. Troostita, sorbita, perlita globulară sînt fier alfa cvc, al căror grad de ecruisare, moștenit și datorat prezenței ecruisante a particulelor de fază dispersă, **scade pe măsura creșterii temperaturii procesului de revenire** la care aceste structuri sînt supuse succesiv, pornind de la structura inițială, de călire.

În acest context, **creșterea temperaturii** acționează atît prin **dilatarea** și **recristalizarea** progresivă a rețelei matricei, cît și prin **stimularea progresivă a coa-**

gulării-comasării particulelor de fază în exces, în unități cristalografice tot mai grosolane — datorită **activării termice** progresive a **interciocnirilor** întîmplătoare între particulele de fază în exces inițial molecular-disperse, indiferent de mărimea momentană a acestor particule — proces zis al **coagulării directe, fără difuzie** — intensificat și de accentuarea amplitudinei oscilațiilor termice ale atomilor rețelei matriceale și de intensificarea autodifuziei matriceale.

Coagularea indirectă prin difuzie, datorită unui mecanism de redizolvare (prin reîncălzire) a particulelor fine și de reprecipitare (prin rerăcire) a masei acestora de particule grosolane preexistente, nu este realizabilă în cazul oțelurilor, particulele de carbură nefiind solubile în matricea feritică a martensitei de revenire.

10. Concluziile prezentei lucrări se aplică, integral și rațional, **nu numai oțelurilor, ci tuturor aliajelor aparținînd aceluiaș tip structural-cinetic,** adică aliajelor care admit procese de transformare de natură cvasiizotermă, de mare bruschețe și intensitate.

Tipul de transformare căruia îi aparțin respectivele aliaje poate fi citit și **prevăzut,** calitativ și cantitativ, pe diagramele sau porțiunile de diagrame de echilibru respective.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Wanyorek, C.*: Teoria modului de lucru științific. Utilitatea și condițiile aplicării lui în industrie. „Construcția de mașini", nr. 12/1966 și nr. 4/1967.

[2] *Wanyorek, C.*: Tratamente termice. Curs. Universitatea Brașov, 1983.

[3] *Wanyorek, C.*: Considerații asupra proceselor fizice care au loc la călirea aliajelor feroase și neferoase. „Metalurgia", nr. 8/1967.

[4] *Wanyorek, C.*: Considerații asupra termodinamicii transformărilor care au loc la călirea aliajelor feroase și neferoase. „Metalurgia", nr. 4/1968.

[5] *Wanyorek, C.*: Structura tetragonal volum centrată a fierului gama (austenitei) și precizarea succesiunii transformărilor alotropică și de precipitare, în timpul formării aspectelor structurale de tranziție la călirea aliajelor fier-carbon (aliaje cu transformări eutectoide). „Metalurgia", nr. 9/1976.

[6] *Wanyorek, C.*: Studiul teoretic și experimental al grafitizării fontelor maleabile americane și al accelerării procesului prin precălirea pieselor turnate. „Metalurgia", nr. 8/1977.

[7] *Wanyorek, C.*: Contributions to the metallurgy of thermophysical and thermochemical processes. Simpozionul internațional de tratamente termice, București, sept., 1979.

[8] *Wanyorek, C.*: Martensitele. Modul de formare. Proprietăți. Transformări coagularea precipitatului) în timpul reîncălzirii progresive. „Metalurgia", nr. 4/1980.

[9] *Wanyorek, C.*: Diffusion in dissolution-precipitation and in growth-coalescence-processes. Fluctuation in evolutive processes. Al II-lea Congres internațional de tratamente termice, Florența, sept., 1982.

[10] *Wanyorek, C.*: Cold-Hardening — the exclusive way to raise hardness and resistance of the matrix of metals and alloys. Al III-lea Congres internațional de tratamente termice, Shangai, nov., 1983.

[11] *Wanyorek, C.*: The real structure of gammairon and its metallurgical consequnces. Al III-lea Congres internațional de tratamente termice, Shangai, nov., 1983.

CZ : 621.78:541.11

Unele probleme actuale și de perspectivă ale tratamentelor termice și termochimice

Ing. Valer **PANTEA** – I.C.S.I.T.P.S.C. București

Generalități

Tratamentele termice și termochimice au o importanță hotărîtoare în realizarea caracteristicilor și performanțelor potențiale ale aliajelor metalice, la valorificarea superioară a metalului, concomitent cu realizarea unor importante economii de energie, creșterea calității și fiabilității produselor și a siguranței în exploatare a mașinilor și instalațiilor.

În cadrul I.C.S.I.T.P.S.C. s-au cercetat, asimilat, perfecționat și modernizat diferite tehnologii de tratament termic și termochimic care răspund acestor obiective majore pentru industria constructoare de mașini.

Tratamente termice și termochimice în vid și la presiuni scăzute

O tehnologie de mare actualitate, care cunoaște o dezvoltare importantă în ultimii ani, cu precădere în țările dezvoltate industrial, este tratamentul termic în vid. Tratamentele termice și termochimice se realizează în vid (uzual 10^{-3} mbar), respectiv la presiuni scăzute (< 100 mbar), în cuptoare pentru temperaturile adecvate.

Cele mai importante avantaje ale acestei tehnologii sînt :

— calitatea ireproșabilă a suprafeței pieselor tratate ;

— consumul scăzut de energie, schimbul de căldură prin conducție în cuptoarele cu vid fiind superior față de cuptoarele clasice ;

— posibilitatea de automatizare a proceselor ;

— economii importante de gaze tehnologice la tratamentele termochimice de carburare, carbonitrurare și nitrurare ;

— în numeroase cazuri (aviație, construcții de motoare cu ardere internă, aliaje speci-

ale pentru CNE, mecanică fină, scule speciale etc.) tratamentul în vid este unica soluție aplicabilă.

În baza informațiilor pe care le deținem, cît și a studiilor de prognoză efectuate, tratamentele termice în vid vor atinge, pînă în 1990, circa 40 % din tratamentele termice secundare, în țările dezvoltate industrial. Deja în S.U.A., circa 35 % din utilajele de tratament termic sînt cuptoare cu vid. Vidul mijlocește aplicarea unor procedee neconvenționale de tratament termic ca : nitrurarea ionică, durificarea în flux de electroni cu plasmă, cu laser, procedeele fizice de depunere de tip PVD și altele.

În țările vest-europene, mai multe firme s-au impus pe piața de desfacere prin cuptoare cu vid de diferite tipuri printre care IPSEN, Aichelin, Degusa ș.a.

Preocupări intense de cercetare-asimilare, pentru introducerea tratamentelor termice în vid în practica industrială, sînt și în unele țări socialiste : U.R.S.S. prin VNIIETO — pentru utilaje, R.P.P. prin I.M.P. Varșovia pentru proiecte, prototipuri și tehnologii și respectiv ELTERMA pentru fabricația de cuptoare ș.a.

În țara noastră s-au făcut unele încercări de introducere a tratamentelor termice în vid mai ales în fabricația de scule, mecanică-fină și turbomotoare.

La I.C.S.I.T.P.S.C. București s-au efectuat lucrări pentru asimilarea tehnologiilor și a cuptoarelor de tratament termic în vid, în anul 1977 fiind pus în funcțiune primul cuptor în concepție proprie cu următoarele caracteristici :

— dimensiuni utile ∅ 400 x 600 mm ;
— temperatură de lucru max. 950°C ;
— grad de vid max. 10^{-3} mbar.

Cu acest cuptor se pot realiza :

— recoacerea pieselor din oțel și aliaje pe bază de cupru și titan ;

— revenirea după călire a unor piese și scule ;

— tratamentul termic al magneților și al anterotorilor pentru turbosuflante, turnați de precizie din oțel mediu aliat ;

— recoacere de detensionare a unor tuburi din aliaje de tip Zircalloy pentru CNE ș.a.

Asemenea cuptoare s-au mai executat pentru Întreprinderea de Relee — Mediaș, Sinterom — Cluj, Electromagnetica și Universitatea — Galați, ori sînt în curs de execuție pentru Întreprinderea „23 August", I.M.U.A.B., I.I. Sibiu și I.R.N.E. — Pitești.

În anul 1981 a fost realizat și pus în funcțiune un cuptor tip cameră cu pereți reci, de tratament termic în vid, cu temperatura de lucru pînă la 1300°C și grad de vid de 10^{-3} mbar. Acest cuptor a dat rezultate foarte bune, pentru brazarea unor piese din oțel carbon și din oțel inoxidabil cu plăci de presare pentru discuri stereofonice, schimbătoare de căldură pentru motoare diesel tip MTU ș.a.

În anul 1982 a fost experimentat și omologat preliminar, cuptorul vertical de tratament termic în vid și la presiuni scăzute pentru tratamente termochimice cu următoarele caracteristici :

— dimensiuni utile ∅ 400 x 700 mm ;
— temperatura de lucru : 1100°C ;
— putere instalată : 56 kW ;
— grad de vidare : 10^{-2} mbar în retortă și 10^{-1} mbar între retortă și rezistori.

Cuptorul este dotat cu aparatură de reglare automată a regimului de lucru și de alimentare cu gaze tehnologice (atmosferă exo, N_2, CH_4, după caz). Cuptorul a fost proiectat inclusiv pentru carburare-carbonitrurare la presiuni scăzute, experimentările preliminare evidențiind posibilitatea realizării unui strat carburat de 1 mm grosime, în numai două ore, la 1050°C, cu un consum de gaz metan de circa 6 ori mai mic față de procedeul clasic.

În prezent este în curs de montaj și experimentare un cuptor de tratament termic în vid, cu pereți reci și trei camere de lucru, pentru temperaturi pînă la 1300°C și care permite realizarea unei mari diversități de cicluri tehnologice de tratamente termice, inclusiv călire în jet de gaze inerte sau în ulei. Cuptorul are următoarele caracteristici :

— dimensiuni utile : 450 x 600 x 300 mm ;
— vid de lucru : 10^{-3} mbar . . . 300 mbar ;
— putere electrică instalată : 60 kW.

Tehnologiile și utilajele de tratament termic se vor extinde, în următorii ani, în țara noastră mai ales în întreprinderile cu profil electrotehnic și electronic, mecanică fină, construcții aerospațiale, construcția centralelor nuclear-electrice, motoare cu ardere internă ș.a.

Nitrurarea pieselor din oțel fontă

Nitrurarea este o tehnologie care a cunoscut o răspîndire mare în ultimii ani, în industrie, datorită atît perfecționărilor sale și a reducerii consumurilor, cît și caracteristicilor de calitate pe care le conferă pieselor nitrurate :

— duritate ridicată în stratul superficial, pînă la 1200 HV pentru oțelurile de nitrurare și mai scăzută, 700—900 HV pentru oțelurile slab aliate de construcție ;

— rezistență ridicată la uzare și gripare în condiții de funcționare cu ungere ;

— rezistență ridicată la coroziune, precum și durabilitate superioară în exploatare.

Nitrurarea gazoasă este o tehnologie relativ simplă care nu necesită utilaj și aparatură complexe ; are însă marele dezavantaj de a fi un proces de lungă durată (peste 70 ore),

ceea ce atrage după sine consum ridicat de energie și de gaze tehnologice. Aceasta a stimulat preocupările specialiștilor pentru asimilarea unor procedee economice de lucru, pentru accelerarea procesului, reducerea duratei și reducerea consumului energetic. Astfel, au fost asimilate și se aplică pe scară largă, în mai multe țări europene, precum și în S.U.A., Japonia, R. P. Chineză ș.a. nitrurarea în topituri de săruri, nitrurarea ionică, nitrurarea în strat fluidizat, procedee ce au fost asimilate și la noi în țară.

Nitrurarea în băi de săruri poate fi realizată într-un amestec de topituri — carbonat de sodiu 46 % și carbamidă (uree tehnică) 54 %, prin topire formîndu-se cianați ai alcalinelor (Na).

Temperatura de lucru este cuprinsă între 550 și 600°C, durata procesului între 0,5 și 6 ore, iar grosimea stratului obținut, funcție de necesitățile concrete, variază între 0,05 și 0,10 mm.

Se supun tratamentului de nitrurare cele mai diverse piese și scule dintr-o gamă largă de oțeluri de îmbunătățire, nealiate, slab aliate, oțeluri înalt aliate de scule, piese din fontă cu grafit nodular ș.a.

Pentru aplicarea acestei tehnologii de nitrurare sînt necesare cuptoare în băi de săruri cu rezistență și creuzet metalic sau cu electrozi submersați și creuzet ceramic din cărămidă.

Rezultate bune privind creșterea durabilității în exploatare și reducerea consumului de metal se obțin în țară la :

— matrițele pentru extruziunea profilelor din aluminiu și aliaje pe bază de aluminiu (I.P.A. — Slatina) ;

— matrițele pentru turnare sub presiune din aliaje pe bază de cupru (IMETROM — Brașov) ;

— piese din oțel mediu aliat (I.M.G.B.) ;

— piese de compresor pentru frigider (I.F. Găiești) ;

— segmenți port calup din fontă cu grafit nodular ai matrițelor de vulcanizare anvelope auto și tractoare (Victoria Florești) ;

— corpuri de pompă tip Meyller pentru tractoare ;

— scule aşchietoare din oțel rapid, (I.M.U.A.B.) și multe altele.

Este un procedeu ușor de aplicat, ieftin, eficient și la îndemîna oricărei întreprinderi în care există secție de tratamente termice.

În ultimii ani s-a asimilat și se extinde tot mai mult în întreprinderile constructoare de mașini, mașini-unelte și electrotehnică *nitrurarea ionică* — procedeu cu o durată mai mică de realizare, comparativ cu nitrurarea gazoasă și consumuri reduse de energie și gaze tehnologice.

Procedeul se realizează în atmosferă de amoniac disociat, la o presiune scăzută (1 ... 10 mbar), într-un recipient în prealabil vidat care este și anodul, piesele de nitrurare fiind catodul legat la o sursă de curent cu o tensiune cuprinsă între 400 și 1100 V.

Urmare căderii de tensiune la catod, ionii de gaz formați bombardează suprafața piesei, încălzind-o la temperaturi la care are loc procesul (500—550°C) energia cinetică a ionilor de azot și hidrogen transformîndu-se în energie termică. În același timp, are loc o desprindere a electronilor și respectiv atomilor de fier, fenomen numit pulverizarea catodică. Atomii de fier din plasma catodică se combină cu ionii de azot și formează nitruri de fier și ale elementelor de aliere din oțel, într-un strat continuu și uniform pe toată suprafața piesei.

Avantajele tehnico-economice ale nitrurării ionice, care stau la baza promovării ei în industrie, sînt :

— viteza mare de formare a stratului nitrurat și deci durata mai mică a procesului, comparativ cu nitrurarea gazoasă — de aici reducerea consumului de energie și gaze tehnologice ;

— posibilitatea obținerii unor straturi de difuzie cu structură reglabilă ;

— condiții de muncă îmbunătățite, procedeul nefiind toxic ș.a.

Nitrurarea ionică este tehnologia de tratament termochimic care în ultimii ani a cunoscut o dezvoltare mare în majoritatea țărilor.

În R. S. România procedeul s-a aplicat pentru început prin achiziționare de instalații de la firma Klöcner — R.F.G., cît și prin efort propriu de concepție și producție, la I.F.T.A.R. și întreprinderea „Metalotehnica" — Tg. Mureș.

În cadrul I.C.S.I.T.P.S.C., s-a realizat, în colaborare cu I.C.P.E., I.U.C. Ploiești și F.A.N., o instalație de nitrurare ionică TRION—70—V—1800, avînd dimensiunile de lucru ∅ 600 x 1800 mm și o putere instalată de 70 kW.

Sînt în curs de asimilare și alte tipodimensiuni de instalații concomitent cu tehnologiile de lucru, pentru diferite produse specifice construcției de mașini : cămăși pentru pompe de extracție, (I. M. Cîmpina), piese pentru mașini textile, utilaj minier ș.a.

Nitrurarea și nitroferoxarea în strat fluidizat. Deși tehnica fluidizării este destul de veche (se cunoaște de la începutul secolului 20), aplicațiile sale în tratamentele termice sînt de dată mai recentă.

Posibilitatea efectuării tratamentelor termochimice în strat fluidizat a apărut întîmplător. În timpul unor încercări de încălzire fără oxidare, în strat fluidizat, s-a remarcat că la un coeficient al aerului de combustie

$\alpha = 0{,}25$, atmosfera în strat nu numai că nu oxidează, dar este chiar carburantă, iar suprafața metalului se carburează mărindu-și duritatea superficială.

Mai mult decît atît, viteza de carburare în strat fluidizat este de cîteva ori mai mare decît viteza de carburare obținută în cuptoare obișnuite de carburare.

Aceasta a declanșat ample lucrări experimentale, în vederea asimilării unor procese de tratament termochimic în strat fluidizat de carburare accelerată, carbonitrurare, nitrurare, termozincare ș.a.m.d.

Scurtarea duratei proceselor de tratament termochimic și în special a celor tradiționale de lungă durată (nitrurarea gazoasă) capătă, în condițiile crizei energetice, o semnificație deosebită, aceasta permițînd economisirea unor importante cantități de combustibil sau energie electrică.

La I.C.S.I.T.P.S.C., pe un cuptor existent (∅ 350 x 500 mm), fluidizat, s-au efectuat lucrări experimentale de nitrurare cu proporții diferite de :

— aer - amoniac ;
— atmosferă exotermă și amoniac ;
— azot și amoniac.

Temperaturile la care s-au făcut încercările au fost cuprinse între 500 și 600°C, iar duratele de menținere în proces 0,5—8 h.

Rezultatele au fost surprinzătoare : în numai 6 ore a fost posibilă obținerea unei grosimi de strat nitrurat de pînă la 0,20 mm, pe probe și piese din oțel 41 Mo C 11, cu durități de 700 HV, determinate atît metalografic precum și prin măsurarea microdurității.

Procedeul convine și este economic de aplicat la piese din oțel și fontă mici și mijlocii, avînd avantajul că nu este toxic, folosește un utilaj simplu, care se bazează pe componente și materiale din țară și, spre deosebire de alte procedee, prezintă o mare flexibilitate tehnologică.

În prezent, sînt în curs de execuție asemenea cuptoare în strat fluidizat, pentru I.M.U.C. București și I.O.A. Rîmnicu Sărat.

În afară de nitrurare și nitroferoxare, un asemenea cuptor poate fi folosit la diferite operații de tratament termic cu temperaturi de încălzire sub 700°C :

— preîncălziri ;
— reveniri ;
— detensionări ;
— termofixări ș.a.m.d.

Tratamentul termic în strat fluidizat se aplică industrial (se produc și instalațiile aferente) în S.U.A., U.R.S.S., Anglia, R.F.G., Franța, în R. P. Chineză și în Polonia.

În România, s-au asimilat tehnologii de nitrurare și respectiv nitroferoxare pentru diferite piese și scule din fabricația I.M.U.C. București, I. Electromagnetica, I.O.A. Rm. Sărat, 23 August și I. M. Saligny și sînt în curs de asimilare la întreprinderea Mecanică Brașov, I.M.M.U.M. Baia Mare, I. R. Bîrlad ș.a.

În viitor se vor asimila tehnologiile de tratamente termochimice, specifice temperaturilor înalte (850—950°C), de carburare și carbonitrurare.

Tratamente termice și termochimice în atmosferă controlată pe bază de azot

Tratamentele termice în atmosferă controlată se aplică pe o scară largă în industrie, pentru avantajele evidente pe care le prezintă, dar sînt mari consumatoare de energie și gaze tehnologice, iar generatoarele de atmosferă controlată sînt agregate complexe cu exploatare și întreținere pretențioase. Pe de altă parte, resursele de gaze naturale sînt limitate, acestea putînd fi superior valorificate prin chimizare.

Cercetările efectuate au evidențiat că este posibilă utilizarea azotului lichid pentru obținerea atmosferei suport, cu purificare de oxigen în cazul utilizării sale la încălzirea în vederea călirii, sau cu adaosuri de gaz metan și amoniac în cazul utilizării pentru carburare, respectiv carbonitrurare. În țările dezvoltate, se produc instalații și se aplică industrial tehnologiile de tratament termic în atmosferă pe bază de azot.

La I.C.S.I.T.P.S.C., s-a realizat în colaborare cu I. I. Sibiu o instalație de producere a atmosferei pe bază de azot de 30 Nm^3/h, care este în prezent în probe tehnologice.

Efectele economice obținute prin utilizarea azotului ca atmosferă de protecție, ori ca atmosferă suport sînt deosebite. Numai înlocuirea atmosferei de tip exoterm produse în generatoare cu azot s-ar putea economisi și valorifica superior peste 5 milioane m^3 de gaz metan/an.

CZ : 621.78

Tratamente termice în atmosferă de azot și hidrogen aplicate pieselor obținute prin deformare la cald din oțeluri inoxidabile austenitice

Ing. Ilie **UDROIU** — Întreprinderea de utilaj chimic Făgăraș
Prof. dr. ing. Horia **COLAN** — Institutul politehnic Cluj-Napoca

Dezvoltarea accentuată a industriei chimice, petrochimice și a energeticii nucleare implică folosirea pe scară largă a oțelurilor inoxidabile austenitice care au proprietăți mecanice, tehnologice și anticorosive foarte bune.

În acest context, la noi în țară se produc din aceste oțeluri țevi la uzina „Republica" București, table la C. S. Galați și piese turnate, coturi, teuri, reducții la I.U.C. Făgăraș. Pentru a produce semifabricate și piese de bună calitate, sînt necesare tehnologii specifice ținînd cont de particularitățile acestor oțeluri la prelucrare ca : oxidare puternică, carburare superficială, apariția feritei δ, a fazei σ și apariția coroziunii intergranulare.

Tratamentele termice aplicate semifabricatelor și pieselor din aceste oțeluri au un rol important în asigurarea rezistenței la coroziune intergranulară.

S-au luat în studiu coturile obținute la I.U.C. Făgăraș din țevi de oțeluri inoxidabile austenitice, conform procedeului „hamburghez", prin împingerea hidraulică a semifabricatelor pe o tijă tip pipă la capătul de ieșire al coturilor ; încălzirea în vederea deformării se face cu două jeturi de flacără de gaz natural convergente către raza interioară a coturilor (fig. 1 și fig. 2).

Conform tehnologiei la I.U.C. Făgăraș, după obținerea coturilor, acestea sînt supuse unui tratament termic de punere în soluție, fiind încălzite într-un cuptor cu gaz natural la 1050—1150°C ; menținerea la această tempera-

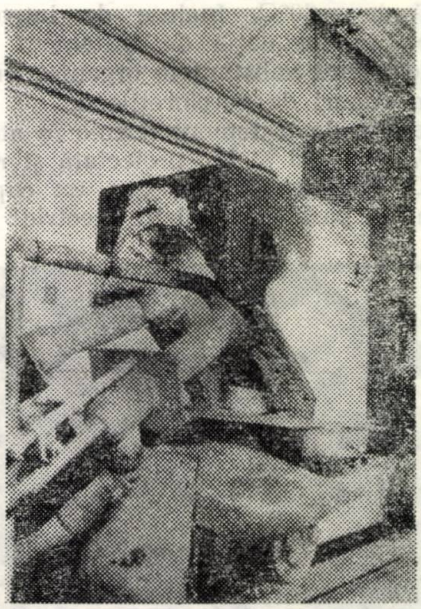


Fig. 1 Mașină de obținut coturi prin deformare la cald (detaliu).

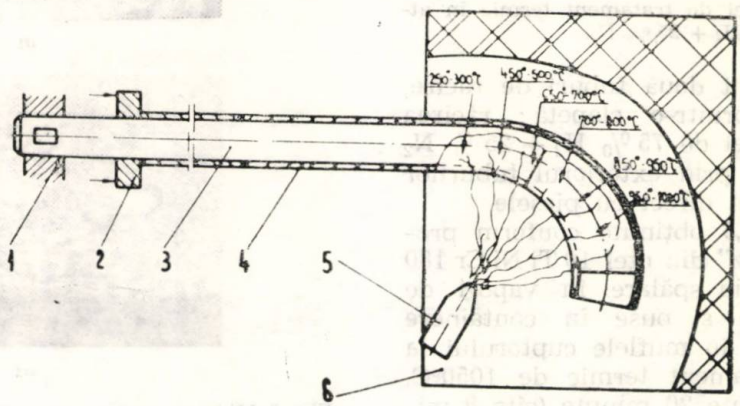


Fig. 2 Schema mașinii de obținut coturi din țeavă prin deformare la cald conform procedeului hamburghez. Temperaturi măsurate cu pirometrul optic în procesul de deformare la cald.

tură se face în funcție de grosimea peretelui cotului și apoi are loc răcirea bruscă în apă. După tratamentul termic, coturile sînt supuse unui proces de curățire chimică în băi acide ($HNO_3 + HF$), pentru îndepărtarea stratului de oxizi format în procesul de obținere a coturilor și în cursul tratamentului termic. Aceste tehnologii prezintă următoarele dezavantaje: stratul de oxizi format la deformare la cald devine și mai consistent la încălzirea în cuptor cu gaz natural, deci mai greu de înlăturat, apar supraîncălziri locale, prin decapări acide este atacat nu numai stratul de oxizi de la suprafață ci și oțelul; toate acestea presupun vehicularea de substanțe periculoase și nocive și cheltuieli cu neutralizarea soluțiilor acide înainte de evacuarea la canal.

Pentru înlăturarea acestor dezavantaje, s-a trecut la experimentarea tratamentului termic în atmosferă de 75 % H_2 + 25 % N_2 cu punctul de rouă de —60°C. Înainte de introducerea coturilor în instalația de tratament termic, s-au îndepărtat substanțele organice prin spălarea în vapori de percloretilenă.

Instalația de tratament termic în atmosferă de 75 % H_2 + 25 % N_2, proiectată și realizată la I.U.C. Făgăraș (fig. 3), are un cuptor cu două mufle paralele încălzite electric; în con-

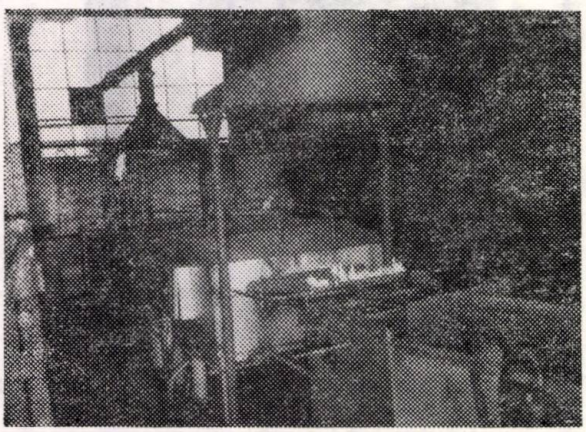


Fig. 3 Vederea instalației de tratament termic în atmosferă de 75 % H_2 + 25 % N_2.

tinuarea muflelor sînt două tuburi de răcire, separate de mufle printr-o clapetă; răcirea pieselor se face cu jet de 75 % H_2 + 25 % N_2 și cu apă ce circulă prin exteriorul tuburilor de răcire fără contact direct cu piesele.

Coturile ∅ 25 x 2,5 obținute conform procedeului „hamburghez" din oțel 10 Ti Ni Cr 180 au fost degresate prin spălare în vapori de percloretilenă, uscate și puse în containere care au fost împinse în muflele cuptorului la temperatura de tratament termic de 1050°C, unde au fost menținute 20 minute (cîte 8 minute pentru fiecare milimetru de grosime a peretelui), în atmosferă de 75 % H_2 + 25 % N_2, cu punct de rouă —60°C.

Introducerea coturilor pentru tratament termic, direct la temperatura maximă de tratament, a fost posibilă datorită grosimii mici și uniforme a acestora. După menținerea timp de 20 minute la temperatura de tratament termic, containerele au fost împinse în tuburile de răcire, peste piese fiind dirijate jeturi de 75 % H_2 + 25 % N_2; prin pereții dubli ai tuburilor de răcire circulînd apa, răcirea a avut loc brusc, traversîndu-se rapid zona de 400—800°C, în care oțelurile sînt susceptibile la formarea carburilor (fig. 4).

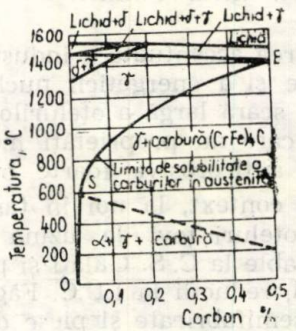
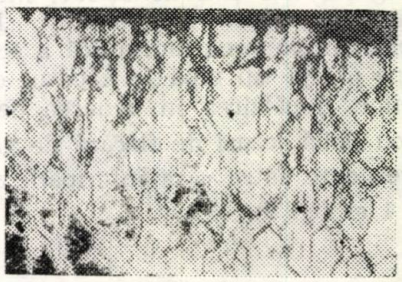


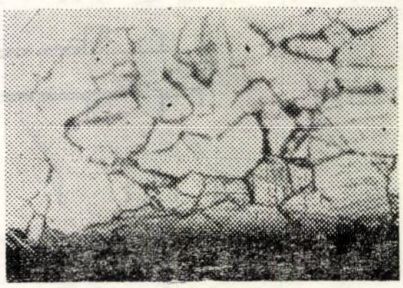
Fig. 4 Diagrama de echilibru Fe-Cr-C-Ni pentru un oțel cu 18% și 8 + Ni.

Datorită hidrogenului din atmosfera de lucru a pieselor aflate la temperatura de 1050°C, oxizii superficiali sînt reduși rezultînd piese cu suprafață albă curată.

În figurile 5a, b sînt prezentate microstructurile coturilor înainte și după tratamentul termic.



a_1

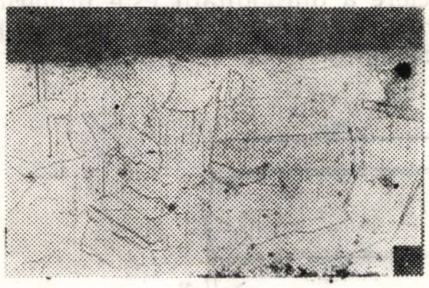


a_2

Fig. 5 Microstructura coturilor din 10 Ti Ni Cr 180.
Mărime: 250 : 1.
Atac: 30 HF + 20 HNO_3 (53 %) + 25 N_2O + + 25 C_2H_5OHpa
a_1, a_2 — sensibilitat după deformare la cald;

Coturile au fost secționate paralel cu axa, în direcția de deformare la cald, microstructurile fiind executate în această secțiune atît pentru porțiunea de cot cu raza mică, cît și pentru cea cu raza mare. În figurile 5 a_1, a_2 se

b_1



b_2

b_1, b_2 — tratat termic în atmosferă de 75 % H_2 + 25 % N_2.

observă grăunții alungiți pentru zona razei mici (a_1) și grăunții mai mari pentru zona razei mari (a_2) a cotului, sensibilizat după obținerea prin deformare la cald ; de asemenea, se observă că limitele grăunților sînt îngroșate în urma atacului cu reactivul indicat pentru probele macroscopice, ceea ce indică faptul că, la marginile grăunților, în procesul de deformare la cald, prin menținerea în zona de temperatură 400—800°C, au precipitat carburile de crom (vezi diagrama din fig. 4 și temperaturile măsurate cu pirometrul optic în fig. 2).

În figurile 5b_1, b_2, sînt prezentate microstructurile cotului tratat termic în atmosferă de 75 % H_2 + 25 % N_2, pentru punerea în soluție a carburilor formate în procesul de obținere a coturilor prin deformare la cald ; se observă că structura e austenitică omogenă, iar oxizii formați la obținerea coturilor au fost reduși datorită hidrogenului din atmosfera de tratament.

Pentru obținerea unei suprafețe de calitate ireproșabilă, a fost necesară aplicarea unei pasivări în soluție de 10 % HNO_3, la 70°C, timp de 15—20 minute după tratamentul termic.

Concluzii

Tratamentul termic în atmosferă de 75 % H_2 + 25 % N_2, cu punct de rouă — 60°C, aplicat coturilor obținute din țevi de oțeluri inoxidabile austenitice, prin deformare la cald, conform procedeului „hamburghez", prezintă avantajul că odată cu punerea în soluție a carburilor se reduc, de către hidrogen, și oxizii formați datorită încălzirii în flacără de CH_4 astfel că se scurtează mult sau chiar se elimină curățirile chimice în băi acide ($HF + HNO_3$).

BIBLIOGRAFIE

[1] *Colan, H. ș.a.*: Studiul metalelor, E.D.P., București, 1983.

[2] *Colombier, L., Hochmann, J.*: Aciers inoxydables, aciers refractaires, Dunod, Paris, 1965.

[3] *Udroiu, I.*: Tratamente termice aplicate oțelurilor inoxidabile austenitice în amoniac disociat. Referat I. P. Cluj-Napoca, 1983.

[4] x x x: Laborafenanlage zum Blankglühen von Cr-Ni legierten hohren unter H_2, Ebner, Linz, 1981.

CZ : 621.78

Creșterea durabilității bacurilor de rulat filet prin aplicarea unor tratamente termice superficiale

Dr. ing. Leontin **DRUGĂ**, subing. Veronica **FRANCISC**, tehn. Constantin **EVGHENIDE**, tehn. Virgil **COTRUȚĂ** — I.C.S.I.T.P.S.C. București

Introducere

Realizarea unor tehnologii de fabricație, cu consumuri energetice minime, în scopul realizării unor caracteristici funcționale superioare și al creșterii durabilității pieselor și sculelor constituie o preocupare permanentă a specialiștilor din producție și cercetare.

În momentul de față, cînd resursele de materii prime și materiale se micșorează, utilizarea cît mai eficientă a materialelor deficitare a devenit o cerință de primă importanță.

Sculele pentru rulat filete pe șuruburi sînt executate din materiale scumpe și deficitare (oțeluri cu crom, wolfram) și de aceea orice procent de creștere a durabilității lor este semnificativ.

Unul din principalele neajunsuri cu care se confruntă întreprinderile producătoare de organe de asamblare este durabilitatea scăzută a sculelor de filetare, scule executate din oțeluri înalt aliate, cu consumuri ridicate de energie și manoperă.

În afară de pierderile energetice și de materiale, apar, de asemenea, și importante pierderi de producție datorită deselor întreruperi pentru schimbarea sculelor și reglarea mașinilor.

Scule utilizate la rularea filetelor

Bacuri pentru rulat filet. Principalul procedeu de obținere a șuruburilor este rularea pe mașini cu mișcare rectilinie (mișcare dute-vino), sculele fiind bacuri profilate, cu forma prezentată în figura 1. Ele se execută atît prin rectificare, cît și prin rulare pe dorn.

Realizarea bacurilor prin rulare pe dorn prezintă avantajul unei productivități ridicate, al unui cost redus și al reproductivității ridicate a profilului filetului.

De asemenea, prin imprimare, se realizează un fibraj continuu la flancul filetului, ceea ce poate contribui la creșterea durabilității sculei.

Oțeluri utilizate la execuția bacurilor pentru rulat filet. Oțelurile propuse pentru realizarea bacurilor pentru rulat filet au fost C 120, V Mo C 120, H 12 M și Rp 3.

Aceste oțeluri fac parte din grupa oțelurilor înalt aliate și rapide. Compoziția lor chimică este prezentată în tabelul 1.

Durabilitatea sculelor. În cazul sculelor de rulat filet, se consideră că cel mai corect mod de apreciere a durabilității este urmărirea lor în exploatare și contorizarea numărului de piese executate cu un set de scule.

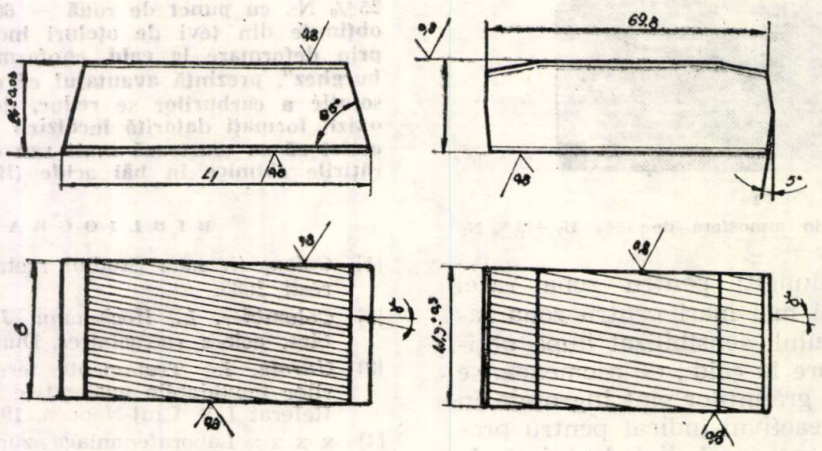


Fig. 1 Bacuri de rulat filet.

Sistemul de execuție prin rectificare prezintă dezavantajul unei productivități scăzute și pericolul apariției microfisurilor și a supraîncălzirii părții active în timpul operației de tăiere a filetului.

Desigur că și în acest caz se introduc o serie de erori rezultate prin schimbarea tipului de sculă, a materialului de bază, a reglajului mașinii etc., dar datele obținute permit totuși fixarea unor concluzii care să stea la baza sta-

Tabelul 1

Marca oțelului	Compoziția chimică [%]									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni	W
C 120	1,8— 2,2	0,15— 0,35	0,15— 0,45	⩽ 0,030	⩽ 0,030	11,0— 13,0	—	—	⩽ 0,35	
V Mo C 120	1,45— 1,65	0,15— 0,35	0,15— 0,45	⩽ 0,030	⩽ 0,030	11,0— 12,5	0,4— 0,60	0,15— 0,30	⩽ 0,35	— —
H 12 M	1,45— 1,65	0,15— 0,30	0,15— 0,45	⩽ 0,030	⩽ 0,030	11,0— 12,5	0,4— 0,60	0,15— 0,30	⩽ 0,35	⩽ 0,20
Rp 3	0,7— 0,8	0,2— 0,4	⩽ 0,45	⩽ 0,025	⩽ 0,025	3,6— 4,4	⩽ 0,6	1,0— 1,4	⩽ 0,40	17,5— 19,5

bilirii unor tehnologii de execuție, menite să ducă la obținerea unei durabilități ridicate a sculelor.

Durata de exploatare a sculelor de filetat este influențată în principal de următorii factori :

a) materia primă utilizată :

— calitatea materialului ;
— precizia dimensională ;
— starea suprafeței ;
— tratamentul termic (structura)

b) scula de filetare :

— corectitudinea profilului proiectat ;
— corectitudinea prelucrării sculei ;
— tipul de oțel utilizat ;
— tratamentul termic și termochimic aplicat.

c) corectitudinea reglajului mașinii și gradul de uzură al acesteia ;

d) sistemul de ungere și calitatea uleiului de ungere.

Se constată că parametrii care pot influența durabilitatea sculelor sînt diverși și greu de urmărit în procesul de producție, dar prin introducerea unei stricte discipline tehnologice este posibilă obținerea rezultatelor scontate.

Fig. 2 Microstructura sîrmei în stare de livrare.

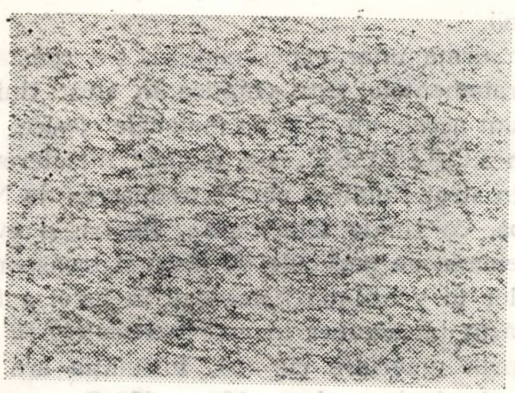


Fig. 3 Microstructura sîrmei fără recoacere.

Materialul din care se execută șuruburile (OLC 15 q) se utilizează în stare de livrare (fig. 2), cu sau fără recoacere.

Din figura 3, se constată că, adesea, sîrma trefilată nu este recoaptă, fapt ce conduce la creșterea durității acesteia peste 180 HB.

De asemenea, prin examinarea microstructurală a sîrmei, a rezultat că pe suprafață există zone decarburate, ceea ce indică faptul că încălzirea pentru recoacere s-a făcut în atmosferă oxidantă.

Din măsurările efectuate pe sîrma în stare de livrare, cu sau fără recoacere, s-a constatat că există o mare variație de duritate (120 ... 200 HB), ceea ce scoate în evidență că recoacerea de înmuiere prevăzută în tehnologie este nesigură sau nu se execută deloc. Durițățile ridicate favorizează uzura rapidă a sculelor și duce la scăderea durabilității acestora.

Program de încercări

Pentru încercări au fost folosite oțelurile C 120 și H 12 M. Tratamentele termice și termochimice experimentale au fost diferențiate pe tipuri de oțeluri conform tabelului 2.

Tabelul 2

Scule	Material	Varianta de tratament termic și termochimic
Bacuri	C 120	— călire în baie de sare la 970°C și revenire la 220°C ; — călire în vid de la 970°C + revenire la 220°C ; — călire în vid de la 1080°C + revenire la 510°C ; — borizare + călire în vid de la 970°C + revenire la 220°C ; — călire în vid de la 1080°C + revenire la 510°C + nitroferoxare în strat fluidizat ;
	H 12 M	— călire în vid de la 1080°C + revenire la 250°C ; — călire în vid de la 1080°C + revenire la 510°C ; — călire în vid de la 1080°C + revenire la 510°C + nitroferoxare în strat fluidizat.

Instalații și aparatură utilizate

Tratamentul termochimic de borizare a fost efectuat într-un cuptor baie de sare, iar călirea în vid și nitroferoxarea în strat fluidizat în echipamentele concepute și executate la I.C.S.I.T.P.S.C. Instalația de tratament termic în vid (fig. 4) este formată din următoarele părți componente :

— cuptorul de încălzire ;
— bazinul de răcire ;
— instalația de transfer a șarjei ;
— instalația de vidare ;
— echipamentul de automatizare.

Cuptorul este format dintr-o carcasă metalică răcită cu apă (perete rece), un ecran de izolație temică executat din pîslă de grafit, elementele de încălzire din placă de grafit și ușa rabatabilă.

Ea este formată din următoarele părți componente :

— cuptorul ;
— scruberul ;
— echipamente de automatizare ;

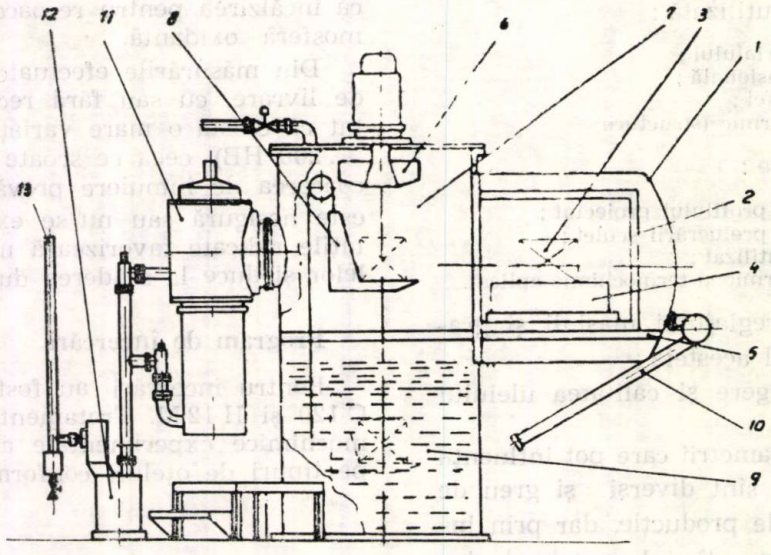


Fig. 4 Schema de principiu a instalației de tratament termic în vid :
1 — carcasă răcită cu apă ; 2 — izolația termică ; 3 — șarja de piese ; 4 — suport șarjă ; 5 — cărucior ; 6 — ventilator ; 7 — antecameră ; 8—9 — bazin de ulei ; 10 — suport lanț transportor ; 11 — pompă mecanică ; 13 — conductă evacuare vapori ulei.

Bazinul de răcire are posibilitatea de a răci fie în ulei, fie în gaz inert, recirculat cu ajutorul unui agitator. Gazul inert folosit trebuie să aibă o puritate ridicată.

Transferul șarjei din cuptor în antecameră, pentru răcire, se face în ciclu automat, sau manual, cu viteză ridicată.

Instalația de tratament termic și termochimic în strat fluidizat, utilizată la efectuarea operațiilor de revenire și nitroferoxare a sculelor, este reprezentată în figura 5.

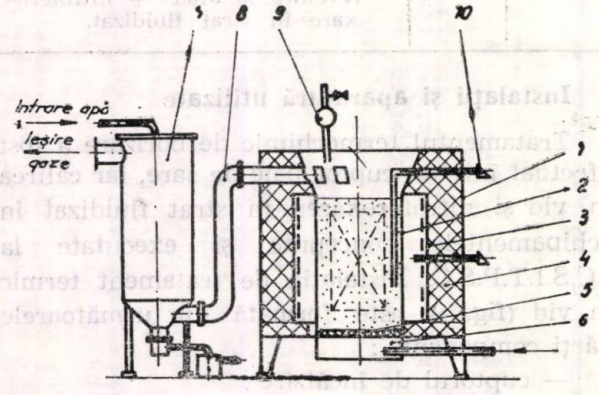


Fig. 5 Schema de principiu a instalației de tratament termic și termochimic în strat fluidizat :
1 — carcasă metalică ; 2 — retortă ; 3 — rezistori ; 4 — zidărie ; 5 — placă de fluidizare ; 6 — cutie de fluidizare ; 7 — scruber ; 8 — tronson de legătură ; 9 — dispozitiv de introducere lichide pentru tratamente termochimice ; 10 — termocuplu.

— instalația de preparare a gazului de fluidizare.

Stratul fluidizat are proprietăți de transfer termic apropiate de cele oferite de încălzirea în medii lichide (băi de săruri) și de 2 . . . 4 ori mai ridicate, în comparație cu încălzirea în cuptor electric cu atmosferă gazoasă.

Aceste proprietăți recomandă utilizarea instalațiilor cu strat fluidizat pentru tratamente termice și termochimice cu efecte pozitive asupra consumului de energie și a productivității muncii.

În urma unor experimentări, s-a constatat că tratamentele termochimice în strat fluidizat sînt accelerate față de metodele clasice.

În I.C.S.I.T.P.S.C., s-a realizat nitroferoxarea în strat fluidizat prin introducerea de NH_3 și apă, ca fluide tehnologice. Pentru a evita antrenarea de particule de nisip și transportarea lor în ventilația halei, sau în hală, a fost prevăzut un scruber în care particulele se reține prin umectare cu apă. Instalația are un domeniu de lucru între 150 . . . 650°C, cu posibilități de reglaj fie continuu, cu tiristori, fie discontinuu (tot-nimic), cu contactoare clasice, uniformitatea temperaturii fiind ridicată (±5°C).

Rezultate experimentale

Sculele tratate termic și termochimic, conform variantelor prezentate în programul de încercări, au fost testate pe mașini de rulat filet din dotarea I.O.A. Rm. Sărat.

În tabelul 3, se prezintă durabilitățile obținute exprimate în număr de șuruburi realizate cu un set de scule pînă la ieșirea din cote.

Durabilitatea maximă a fost realizată cu scule călite, revenite și nitroferoxate în strat fluidizat.

În figura 6 se prezintă microstructura unui bac nitroferoxat la 510°C/4h, din oțel C 120.

Fig. 6 Microstructura unui bac nitroferoxat din oțel C 120 la temperatura de 510°C, 4 ore.

Se constată că structura este formată din martensită de revenire, iar la suprafață se observă un strat de difuzie format dintr-un substrat de nitruri, de 0,026 mm și un strat de oxizi de 0,003 mm. Și la această sculă se constată o rețea de carburi primare grosolane care nu a fost distrusă la forjare.

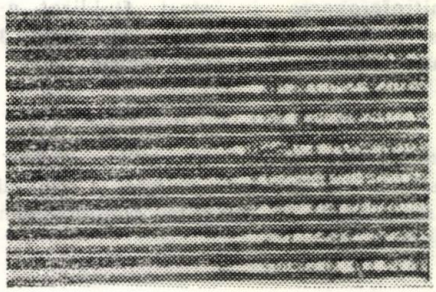
De asemenea, durabilitatea cea mai ridicată au avut-o și bacurile din oțel H 12 M călite, revenite și nitroferoxate în strat fluidizat.

În figura 7a, este prezentat aspectul unui bac din oțel H 12 M nitroferoxat la 530°C/2 h, iar în figura 7b — microstructura stratului.

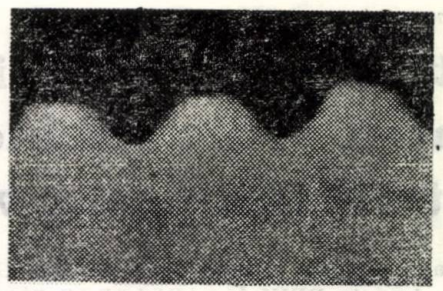
Tabelul 3

Scula	Material	Tratament termic	Durabilitatea	
			Valoarea medie buc.	Valoare max. buc.
Bac	C 120	Călit+revenit	640000	750000
		Borizat+călit+revenit	45000	45000
		Călit+revenit+nitroferoxat	800000	850000
	H 12 M	Călit+revenit	580000	650000
		Borizat+călit+revenit	407000	417000
		Călit+revenit+nitroferoxat	860000	920000

Se observă că bacul a ieșit din uz prin rotunjirea vîrfurilor flancurilor filetului apărînd și zone care prezintă uzură prin zmulgere.



a) vedere a părții active ;



b) secțiune prin partea activă.

Fig. 7 Aspectul unui bac din oțel H 12 M nitroferoxat la 530°C, 4 ore.

În figura 8 se observă un strat de oxizi de circa 0,004 mm, urmat de un strat de difuzie cu azot de 0,036 mm, matricea fiind formată

Fig. 8 Microstructura stratului nitroferoxat din oțel H 12 M.

din martensită de revenire, carburi primare mai mari și carburi globulare, ambele variante într-o distribuție relativ uniformă.

Din analiza rezultatelor obținute pe bacuri normale de rulat filet se desprind **următoarele**:

— materialul din care se execută bacurile poate avea o structură necorespunzătoare, prezentînd carburi primare fie în rețea, fie sub formă de șiruri, care nu sînt distruse în timpul operației de forjare ;

— tratamentul termic aplicat bacurilor a dus la obținerea unor durabilități similare cu cele obținute la I.O.A. Rm. Sărat și mult mai ridicate decît cele obținute în medie pe întreaga centrală industrială (CIROA) ;

— **borizarea nu a dat rezultatele scontate, deoarece nu a fost posibilă realizarea unui program de experimentări care să permită găsirea parametrilor tehnologici optimi;**

— **nitroferoxarea în strat fluidizat a permis creşterea durabilităţii bacurilor cu circa 35 %, în comparaţie cu sculele tratate clasic.**

BIBLIOGRAFIE

[1] *Gheller, A.*: Oţeluri de scule, Moscova, 1983.

[2] *Tananko, A.*: Structura de bază a oţelului H 12 M în stare călită şi revenită. Metallovedenie, nr. 1/1981, p. 14.

[3] *Teacă, M.*: Studiu privind producţia, consumul şi durata de exploatare a sculelor utilizate în procesul de fabricaţie a organelor de asamblare. Manuscris, C.I.R.O.A.

[4] *Grandi, F.*: Confronti di comportamenti all usura fra i tratamente superficiali di nitrocarburazione, sulfonitrurazione, nitruratione. În „Ingegneria mecanica", nr. 15 august, 1975.

[5] *Ohrt, E.*: Probleme de călirea oţelului rapid în cuptoarele cu vid. Expunere la colocviul de la Wiesbaden, octombrie, 1973.

[6] *Reynoldson, W.*: Tratamentul termic în vid al oţelurilor de scule. În „Iron and Steel", 1970, p. 27.

[7] x x x: Lucrare I.C.S.I.T.P.S.C. Bucureşti, contract 4114/1983.

CZ : 621.78

Determinări experimentale de durabilitate pentru scule aşchietoare din oţel rapid tratate termic în vid

Ing. Radu Nicolae **DOBRESCU**, dr. ing. Gheorghe **OPROESCU** — Institutul de Învăţământ Superior Piteşti

Dr. ing. Leontin **DRUGĂ** — I.C.S.I.T.P.S.C. Bucureşti

Introducere

Ca urmare a rezultatelor satisfăcătoare obţinute în cadrul experimentărilor preliminare [1—4] privind tratamentul termic în vid al unor cuţite de strung din oţel rapid Rp 3 (STAS 7382—80), cercetările experimentale au fost continuate pentru o gamă mai largă de scule aşchietoare (cuţite de strung, freze cilindrofrontale, burghie elicoidale), executate din oţel rapid Rp 5 (STAS 7382—80).

Prezentarea experimentărilor

În acest scop au fost realizate două cicluri de tratament termic în vid : căliri în ulei cald (50°C), de la temperaturi de austenitizare diferite (1200, respectiv 1220°C), la presiunea subatmosferică de 5×10^{-1} mbar, urmate de cîte 3 reveniri la 550°C, în cuptor cu atmosferă protectoare. În paralel, a fost executată şi o călire în băi de săruri topite, de la temperatura de austenitizare considerată optimă pentru oţelul rapid Rp 5, (1200°C), urmată de 3 reveniri la 550°C, executate, de asemenea, în baie de săruri topite.

Tabelul 1

Marca oţelului	Compoziţia chimică [%]							
	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V	Alte elem.
Rp 5	0,75	0,25	0,30	4,05	4,75	5,30	1,70	urme de Co

Compoziţia chimică a oţelului rapid folosit, determinată prin analiză chimică cantitativă, este prezentată în tabelul 1.

În tabelul 2 sînt prezentaţi parametrii de tratament termic pentru cele trei loturi de scule aşchietoare, marcate 5 V 1, 5 V 2 (pentru tratamentele termice în vid), respectiv 5 B S (pentru tratamentul termic în baie de sare).

În figura 1 este prezentată ciclograma tratamentului termic de călire în ulei la presiunea subatmosferică de 5×10^{-1} mbar.

În cele trei loturi de probe au fost incluse următoarele scule aşchietoare : cuţite drepte de strung pentru degroşare tip 16 x 16 (STAS

Tabelul 2

Marcaj lot	Călirea				Revenirea Temp. [°] / Durată [min.]
	Temp. de încălzire [°]		Durată menţ. [min]		
	Preînc. I	Preînc. II	Înc. fin.	răcire	
5 V1	600/15	850/15	1200/25	ulei	550 / 3×60
5 V2	600/15	850/15	1220/15	ulei	550 / 3×60
5 BS	600/15	850/8	1200/4	săruri topite (550°C)	550 / 3×60

351-61 — 6 buc.), burghie elicoidale ∅ 16 mm, (STAS 575-80 — 2 buc.) și freze cilindro-frontale ∅ 16 mm cu 5 dinți (STAS 1684/1-75 — 2 buc.). Caracteristicile geometrice ale celor trei tipuri de scule supuse tratamentului termic sînt prezentate în tabelul 3.

Tabelul 3

Caracteristici geometrice		Burghie elicoidale	Freze cilindro-frontale
Unghiul (principal) de așezare, α	10°	—	10°
Unghiul (principal) de degajare, γ	0°	—	12°
Unghiul principal de atac, $\varkappa$	70°	—	—
Unghiul de înclinare a tăișului sculei, λ	0°	—	—
Unghiul de înclinare a elicei, ω	—	30°	25°
Unghiul la vîrf, $2\varkappa$	—	118°	—
Unghiul tăișului transversal, γ_1	—	55°	—

Pentru încercarea sculelor aşchietoare, în vederea determinării durabilității lor, s-a folosit drept criteriu uzura totală a acestora.

Drept obiect al prelucrărilor s-a folosit un semifabricat tip bară cilindrică laminată, cu diametrul de 245 mm, din OLC 45, (STAS 880-80), cu duritatea cuprinsă între 180 și 210 HB, după ce a fost îndepărtat stratul superficial pe o adîncime de 3 mm pe rază.

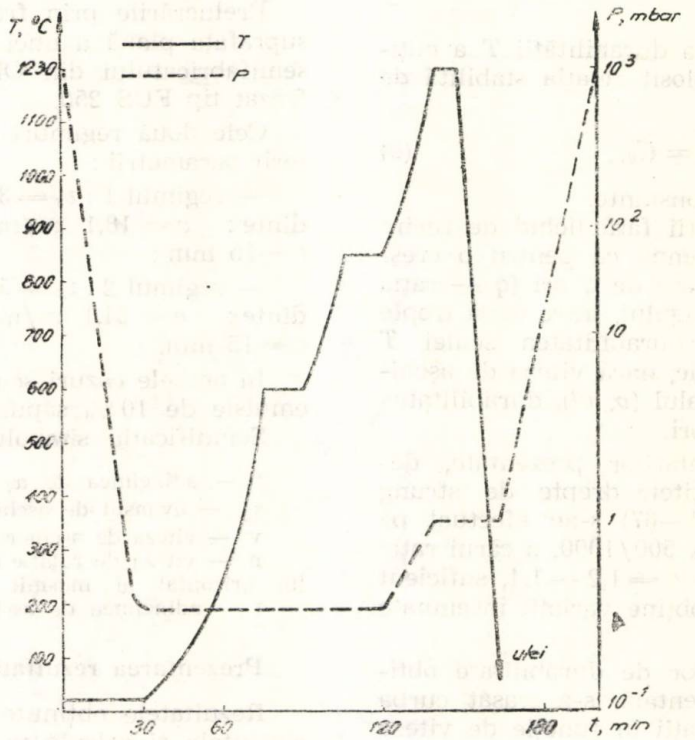


Fig. 1

Cu excepția prelucrărilor prin frezare, care s-au executat cu răcirea sculei, determinările de durabilitate s-au făcut în absența răcirii.

Pentru toate tipurile de scule încercate, s-au utilizat condiții de prelucrare corespunzătoare celor întîlnite în mod obișnuit în prelucrările prin aşchiere ale oțelului OLC 45, evitîndu-se folosirea unor viteze de aşchiere exagerat de mari, care să conducă la denaturarea fenomenului de uzare și, deci, la obținerea unor indicații eronate cu privire la durabilitatea sculelor încercate.

În cazul cuțitelor de strung, s-au executat strunjiri longitudinale de degroșare, cu adîncime de aşchiere și avans longitudinal constante, variindu-se viteza de aşchiere. Alegerea vitezelor de aşchiere s-a făcut în așa fel, încît durata experimentărilor să nu fie excesiv de lungă sau de scurtă, avînd ca bază de calcul relația :

$$v = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ [m/min]}, \qquad (1)$$

în care :

v — viteza de așchiere ;
D — diametrul semifabricatului, [mm] ;
n — viteza de rotație a semifabricatului, [rot/min].

Pentru determinarea durabilității T a cuțitelor de strung s-a folosit relația stabilită de Taylor :

$$v T^m = C_v, \qquad (2)$$

în care m și C_v sînt constante.

În condițiile așchierii fără lichid de răcire $m \simeq 0{,}1$. Aceasta înseamnă că pentru o creștere a vitezei de așchiere de q ori (q — rația cutiei de viteze a strungului, între două trepte succesive de viteză), durabilitatea sculei T scade de q^{10} ori. Practic, dacă viteza de așchiere ia valori în intervalul (v, v^2), durabilitatea T scade de circa 10^3 ori.

În cazul experimentărilor prezentate, determinările pentru cuțitele drepte de strung tip 16 x 16 (STAS 351—67) s-au efectuat pe un strung normal SNA 500/1000, a cărui rație la cutia de viteze este $q = 1{,}2 — 1{,}4$, suficient de mare pentru a se obține variații însemnate de durabilitate.

Cu ajutorul valorilor de durabilitate obținute pe cale experimentală, s-a trasat curba de variație a durabilității în funcție de viteza de așchiere v și au fost prelucrate statistic datele prin metoda lui Gauss, calculîndu-se cu precizie valorile constantelor m și C_v din relația lui Taylor, scrisă sub forma :

$$v = \frac{C_v}{T^m}, \text{ [m/min]}. \qquad (2.1)$$

Astfel a fost posibilă calcularea vitezei economice v 60, rezultată din condiția T=60 min, aceasta fiind considerată în mod obișnuit drept durabilitate economică (normată).

În cazul burghielor elicoidale, s-a adoptat metoda de prelucrare cu forță de avans constantă, realizată practic prin montarea unei sarcini de aproximativ 25 daN pe brațul de acționare al axului principal al unei mașini de găurit G 25 (lungimea brațului : 300 mm). Aplicarea acestei metode asigură rezultate reproductibile, fiind puțin sensibilă la modificările calitative ale materialului încercat.

Fiecare burghiu a prelucrat mai multe găuri, adînci de aproximativ 30 mm, cronometrîndu-se timpul de găurire cu un cronometru electronic (precizie 0,01 s). Adîncimea exactă a găurilor a fost măsurată cu un șubler de adîncime (precizie 0,1 mm).

Pentru toate burghiele încercate, regimul de găurire a fost caracterizat de o turație a axului principal $n = 900$ rot/min, care a asigurat o viteză de 45,216 m/min.

Burghiele încercate au fost caracterizate cu ajutorul indicatorului T_{10} [s], adică durata necesară pentru a executa 10 mm adîncime de gaură în materialul prelucrat.

Prelucrările prin frezare s-au executat pe suprafața plană a unei secțiuni transversale a semifabricatului din OLC 45, pe o mașină de frezat tip FUS 250.

Cele două regimuri folosite au avut următorii parametrii :

— regimul 1 : $t_s = 3$ mm ; $s_d = 0{,}0138$ mm/dinte ; $v = 18{,}1$ m/min ; $n = 360$ rot/min ; $t = 15$ mm ;

— regimul 2 : $t_s = 5$ mm ; $s_d = 0{,}0145$ mm/dinte ; $v = 24{,}1$ m/min ; $n = 480$ rot/min ; $t = 15$ mm.

În ambele cazuri sculele au fost răcite cu o emulsie de 10 % săpun în apă.

Semnificația simbolurilor folosite :

t_s — adîncimea de așchiere secundară ;
s_d — avansul de așchiere pentru un dinte ;
v — viteza de așchiere ;
n — viteza de rotație a axului principal al capului orizontal al mașinii de frezat ;
t — adîncimea de așchiere principală.

Prezentarea rezultatelor

Rezultatele obținute prin măsurători experimentale și calcule pentru cuțitele de strung sînt prezentate în tabelul 4. Regimul de așchiere a fost caracterizat de un avans longitudinal de 0,2 mm/rot și o adîncime de așchiere de 2 mm.

Tabelul 4

Viteza de așchiere măsurată, [m/min]	Viteza de așchiere calculată, v_{calc} [m/min]			$\frac{v_{măs} - v_{calc}}{v_{măs}} \cdot 100$ [%]		
72,73		69,56	—	—	—4,56	—
72,73	—	67,68	—	—	—7,46	—
69,27	70,45	—	72,87	+1,67	—	+5,16
69,27	69,44	—	72,21	+0,24	—	+4,30
59,97	55,39	57,90	51,82	—8,27	—3,57	—15,74
58,82	—	62,66	—	—	+7,15	—
58,82	—	60,33	—	—	+3,56	—
57,72	—	—	60,86	—	—	+6,10
55,42	57,72	—	—	+3,99	—	—
55,42	57,86	—	—	+4,22	—	—
45,00	—	—	43,06	—	—	—4,50
44,33		55,31	47,19	—	+19,85	+6,26
43,62	44,57	35,40	—	+2,14	—23,16	—
42,83	42,82	—	—	—0,03	—	—

Relațiile lui Taylor pentru cele trei loturi de scule sînt de forma :

— pentru cuțitele din lotul 5 V 1 :

$$v = \frac{59{,}95}{T^{0,25}}, \text{ [m/min]};$$

— pentru cuțitele din lotul 5 V 2 :

$$v = \frac{50{,}78}{T^{0,100}}, \text{ [m/min]};$$

— pentru cuțitele din lotul 5 B S :

$$v = \frac{59{,}47}{T^{0,097}}, \text{ [m/min]};$$

Pentru vitezele economice v_{60} s-au obținut următoarele valori : 39,73 m/min (5 B S); 36,54 (5 V 1) ; 30,11 m/min (5 V 2).

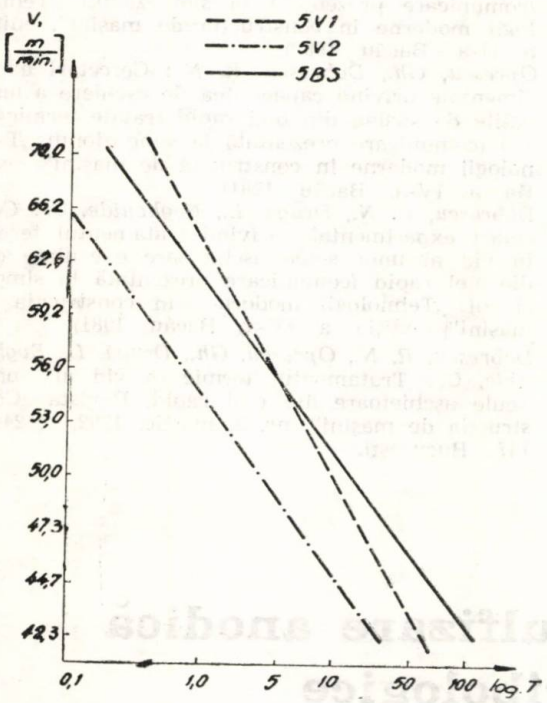


Fig. 2

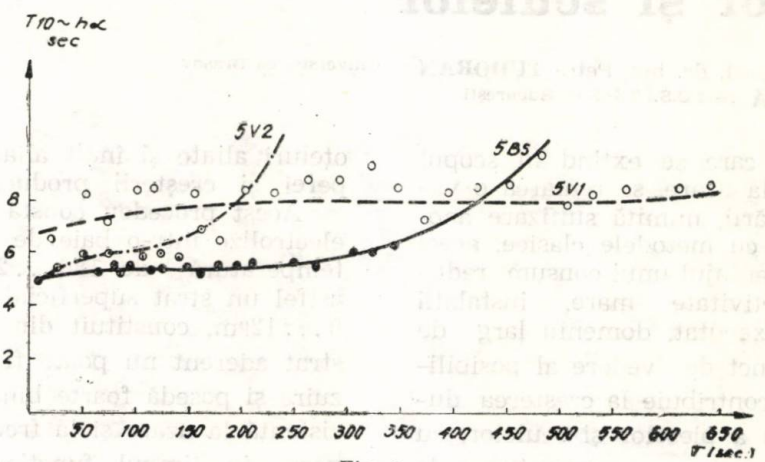


Fig. 3

În figura 2 este prezentată variația vitezei de așchiere, în funcție de durabilitatea cuțitelor de strung încercate, după prelucrarea statistică a datelor ; panta dreptelor astfel obținute este, de fapt, egală cu constanta m din relația lui Taylor.

În cazul burghielor elicoidale, pentru sculele din lotul 5 V 1 s-a obținut cea mai mare lungime de gaură prelucrată (774,5 mm). Pen-

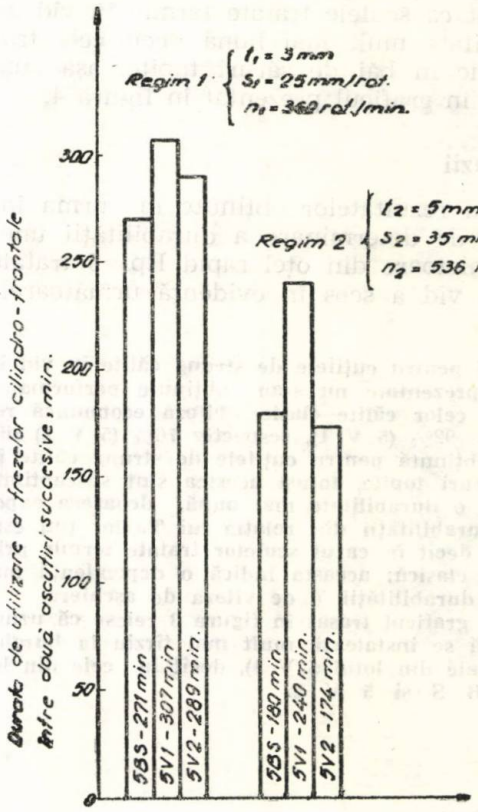


Fig. 4

tru sculele din lotul 5 V 2, lungimea totală a găurii prelucrate este de numai 277,7 mm, pe cînd pentru cele din lotul 5 BS — 659,6 mm.

Duratele de utilizare a sculelor pînă la uzarea totală au fost de : 639,2 s (5 V 1) ; 369,01 s (5 B S) și 160,14 s (5 V 2).

În figura 3 este prezentată variația indicatorului T_{10} cu durata totală de utilizare T. Valorile medii ale acestui indicator sînt foarte mari pentru sculele din lotul 5 V 1 (8,26 s) față de valorile medii pentru sculele din loturile 5 B S (5,6 s) și 5 V 2 (5,78 s).

În cazul frezelor cilindro-frontale, cele două regimuri folosite în cadrul experimentărilor au dovedit că sculele tratate termic în vid au o durabilitate mult mai bună decît cele tratate termic în băi de săruri topite, așa cum reiese și din graficul prezentat în figura 4.

Concluzii

Analiza rezultatelor obținute în urma încercărilor de determinare a durabilității unor scule așchietoare din oțel rapid Rp 5 tratate termic în vid a scos în evidență următoarele aspecte :

1. Deși pentru cuțitele de strung călite în vid în condițiile prezentate nu s-au obținute performanțe superioare celor călite clasic, viteza economică reprezentînd 92% (5 V 1), respectiv 76% (5 V 2) din valoarea obținută pentru cuțitele de strung călite în băi de săruri topite, totuși acestea sînt susceptibile de a avea o durabilitate mai bună, deoarece exponentul durabilității din relația lui Taylor (m) este mai mare decît în cazul sculelor tratate termic prin tehnologia clasică; aceasta indică o dependență mai scăzută a durabilității T de viteza de așchiere.

2. Din graficul trasat în figura 3 reiese că uzura catastrofică se instalează mult mai tîrziu la burghiele elicoidale din lotul 5 V 1), decît la cele din loturile 5 B S și 5 V 2.

3. Graficul din figura 4 arată de asemenea o creștere sensibilă de durabiltate pentru frezele cilindro-frontale din lotul 5 V 1 față de cele din loturile 5 B S și 5 V 2.

4. Prelucrarea cu sculele tratate termic în vid s-a dovedit a se realiza cu eforturi mai mari din partea mașinii-unealtă. Acest lucru s-a evidențiat clar în cazul găuririi, unde indicatorul T_{10} are o valoare mult mai ridicată pentru sculele călite în vid. De astfel pentru o lungime de gaură cu numai 17% mai mare în cazul folosirii burghielor din lotul 5 V 1, durata totală a găuririi este practic dublă față de cea a burghielor din lotul 5 B S.

5. Date fiind performanțele obținute se poate conchide că parametrii de tratament termic folosiți în cazul călirii sculelor din lotul 5 V 1 pot fi utili ori de cîte ori sînt călite scule așchietoare din oțel rapid Rp 5 în condiții similare cu cele expuse în prezenta lucrare.

BIBLIOGRAFIE

[2] *Dobrescu, R. N.:* Cercetări experimentale privind tratamentele termice în vid ale oțelurilor (comunicare prezentată la simpozionul „Tehnologii moderne în construcția de mașini", ediția a II-a, Bacău 1980).

[2] *Oprescu, Gh., Dobrescu, R. N.:* Cercetări experimentale privind capacitatea de așchiere a unor cuțite de strung din oțel rapid tratate termic în vid (comunicare prezentată la simpozionul „Tehnologii moderne în construcția de mașini". ediția a IV-a, Bacău 1981).

[3] *Dobrescu, R. N., Drugă, L., Evghenide, C.:* Cercetări experimentale privind tratamentul termic în vid al unor scule așchietoare executate din din oțel rapid (comunicare prezentată la simpozionul „Tehnologii moderne în construcția de mașini", ediția a IV-a, Bacău 1981).

[4] *Dobrescu, R. N., Oprescu, Gh., Drugă, L., Evghenide, C.:* Tratamentul termic în vid al unor scule așchietoare din oțel rapid. Revista „Construcția de mașini", nr. 3, martie, 1982, p. 244—147, București.

CZ : 621.78:541.11

Influența procesului de sulfizare anodică asupra caracteristicilor tribologice ale pieselor și sculelor

Ing. Șerban **CORNEL**, prof. dr. ing. Petre **TUDORAN** — Universitatea Brașov
Dr. ing. Leontin **DRUGĂ** — I.C.S.I.T.P.S.C. București

Dintre metodele care se extind în scopul creșterii rezistenței la uzare, se remarcă o variantă nouă a sulfizării, numită sulfizare anodică. În comparație cu metodele clasice, acest procedeu nou are avantajul unui consum redus de energie, productivitate mare, instalații simple și ușor de executat, domeniu larg de utilizare, iar din punct de vedere al posibilităților de utilizare, contribuie la creșterea duratei de funcționare a pieselor și sculelor, cu implicații pozitive asupra consumurilor de oțeluri aliate și înalt aliate, reducerii manoperei și creșterii productivității muncii.

Acest procedeu constă în efectuarea unei electrolize într-o baie de săruri topite, la o temperatură de 180 . . . 220°C. Se formează astfel un strat superficial cu o grosime de 5 . . . 12μm, constituit din sulfuri de fier, un strat aderent nu poate fi îndepărtat prin răzuire și posedă foarte bine proprietăți de rezistență la uzare și la frecare împiedicînd griparea în timpul funcționării.

Compoziția chimică a oțelurilor sulfizate

Tabelul 1

Oțelul	Compoziția chimică (%) (medie)								
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P	S	
18 Mo Cr Ni 13	0,16	0,50	0,26	0,90	1,20	0,15	0,030	0,022	—
13 Cr Ni 30	0,14	0,30	0,21	1,10	2,82	—	0,035	0,030	—
21 Ti Mn Cr 12	0,18	0,85	0,19	0,97	—	—	0,024	0,027	Ti-0,08
RUL 1	0,96	0,38	0,26	1,38	0,22	—	0,020	0,020	—
OSC 7	0,68	0,35	0,28	0,12	0,20	—	0,030	0,020	—
Rp 3	0,75	0,40	0,38	3,85	0,30	0,28	0,020	0,020	W-17,9 V-0,9

Tabelul 2

Marca oțelului	Carburare		Călire I		Călire II		Revenire		Duritatea, HRC	Grosimea stratului [mm]
	Temp. [°]	Timpul	Temp. [°]	Mediul de răcire	Temp. [°]	Mediul de răcire	Temp. [°]	Mediul de răcire		
18 Mo Cr Ni 13	880	5	860	ulei	810	ulei	190	aer	59—61	0,6—0,7
13 Cr Ni 30	880	5	860	ulei	810	ulei	190	aer	59—61	0,6—0,7
21 Ti Mn Cr 12	880	5	860	ulei	—	—	190	aer	57—60	0,6—0,7

În scopul studierii rezistenței la uzare a straturilor sulfizate anodic, au fost alese cîteva tipuri de oțeluri. În tabelul 1 sînt prezentate mărcile de oțeluri și fonte utilizate și compoziția chimică a acestora.

Se observă că au fost alese oțeluri din clase diferite :

— oțeluri de carburare din care se execută o gamă largă de piese pentru industria constructoare de mașini, supuse la uzare și oboseală (roți dințate, pinioane, axe, arbori) ;

— oțeluri de rulmenți ;

— oțeluri de scule.

Epruvetele tratate termic sau termochimic preliminar (conform parametrilor tehnologici prezentați în tabelele 2, 3 și 4) au fost supuse sulfizării anodice după un regim care se prezintă în tabelul 5.

În literatura de specialitate sînt descrise multe metode și aparate utilizate la testarea comportării la uzare a diferitelor tipuri de cupluri, fiecare dintre ele prezentînd avantaje, dar și limite tehnologice, cu rezultate cît

Tabelul 3

Marca oțelului	Temp. de călire [°C]	Mediul de răcire	Temperatura de revenire	Mediul de răcire	Duritatea [HRC]
RUL 1	840	ulei	190	aer	60 . . . 61
OSC 7	810	apă	190	aer	58 . . . 60

mai apropiate de anumite tipuri de solicitări, existente în practică. Dintre metodele și apa-

Tabelul 4

Marca oțelului	Preîncălzire				Călire			Revenire			Duritatea [HRC]
	Temp. [°C]	Timp [h]	Temp. [°C]	Timp [h]	Temp. [°C]	Timp min	Mediu de răcire	Temp. [°C]	Timp [h]	Mediu de răcire	
Rp 3	550	2	860	0,5	1260	3	ulei	560	2	aer	62—64

ratele utilizate la studiul comportării straturilor sulfizate se amintesc : tribometrul HEF, metoda Amsler, metoda Pin and Disc.

Tabelul 5

Marcarea regimului de sulfizare anodică	Temperatura băii, [°C]	Timpul de menținere [min]	Densitatea de curent [A/dm²]	Grosimea stratului, [mm]
0	—	—	—	epruvete nesulfizate
A_1	200	9	3,5	0,008
A_2	200	12	3,5	0,011
A_3	200	15	3,5	0,012
B_1	200	9	4,5	0,009
B_2	200	12	4,5	0,012
B_3	200	15	4,5	0,013

În cazul de față a fost utilizat un aparat pentru testarea comportării la uzare existent în laboratorul Catedrei de Utilaj Tehnologic de la Facultatea T.C.M., Universitatea din Brașov.

În figura 1 este prezentată o schemă de principiu a acestui aparat, care utilizînd o epruvetă în formă de șaibă permite studierea

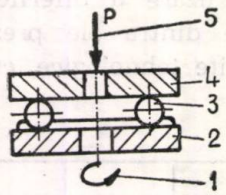


Fig. 1 Schema de principiu a tribometrului.
1 — motor de antrenare a epruvetei (rotației ; 2 — epruveta de încercat ; 3 — rulment cu 3 bile ; 4 — placa suport ; 5 — sistem de presare.

comportării straturilor supuse unui fenomen combinat de uzare și oboseală de contact. Epruveta are dimensiunile $\varnothing 25 \times \varnothing 12 \times \times 3$ mm.

Prima grupă de oțeluri este grupa oțelurilor de carburare : 13 Cr Ni 30, 18 Mo Cr Ni 13 și 21 Ti Mn Cr 12, oțeluri larg utilizate în construcția de mașini-unelte, mașini agricole, autoturisme și tractoare pentru executarea de roți dințate, pinioane, axe.

În figura 2 se prezintă pierderile de masă pentru oțelul 13 Cr Ni 30, în funcție de regimul de sulfizare și de timpul de încercare. Pentru toate probele, măsurările au fost efectuate folosind o balanță de laborator cu o precizie de cîntărire de 0,0001 g, în următoarele faze :

— înainte de sulfizare ;
— după sulfizare ;
— după diferite intervale de încercare la uzare (0,5 ... 10 h).

Turația epruvetei a fost de 1500 rot/min, iar presiunea de lucru de 1 bar.

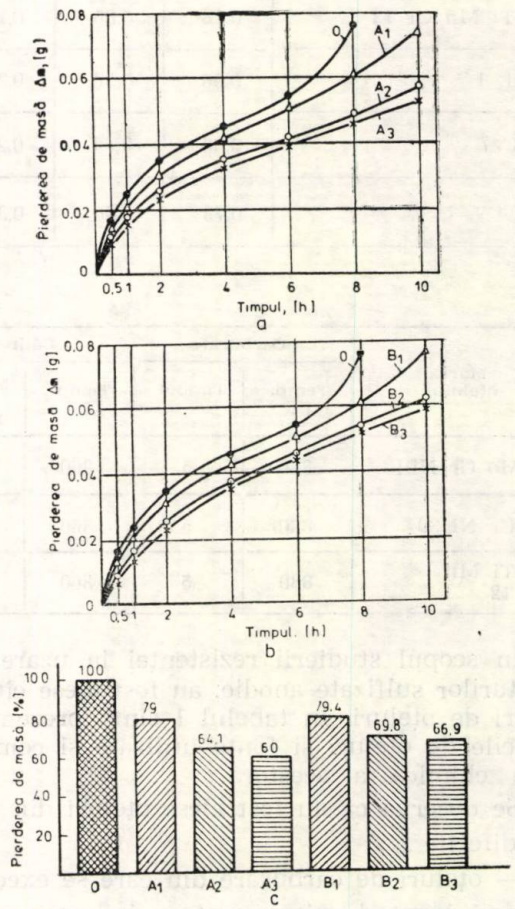


Fig. 2 Pierderile de masă pentru 13 Cr Ni 30.
1 — menținere 9 min. ; 2 — 12 min. ; 3 — 15 min. ; 0 — proba nesulfizată.

Din figura 2, c, se constată că o pierdere minimă de masă se obține la sulfizarea efectuată la 200°C, timp de 12 ... 15 min și la o densitate de curent de 3,5 A/dm² (regim A_2 și A_3). Celelalte regimuri de sulfizare duc la obținerea unor performanțe, cu circa 10% mai scăzute în comparație cu regimul A_3, dar cu 20 ... 25% mai ridicate în comparație cu probele nesulfizate.

Este de remarcat faptul că pierderile de masă, în cazul regimului A_3, sînt cu circa 40% mai reduse în comparație cu proba nesulfizată, fapt deosebit de important pentru creșterea duratei de exploatare a pieselor în agregatele industriale (industria auto, mașini-unelte etc).

În cazul oțelului 18 Mo Cr Ni 13 (fig. 3), se constată că pierderea minimă de masă apare tot la regimul A_3 (200°C, 3,5 A/dm², 15 min.), ea fiind mai redusă cu circa 30% față de valorile obținute la proba nesulfizată.

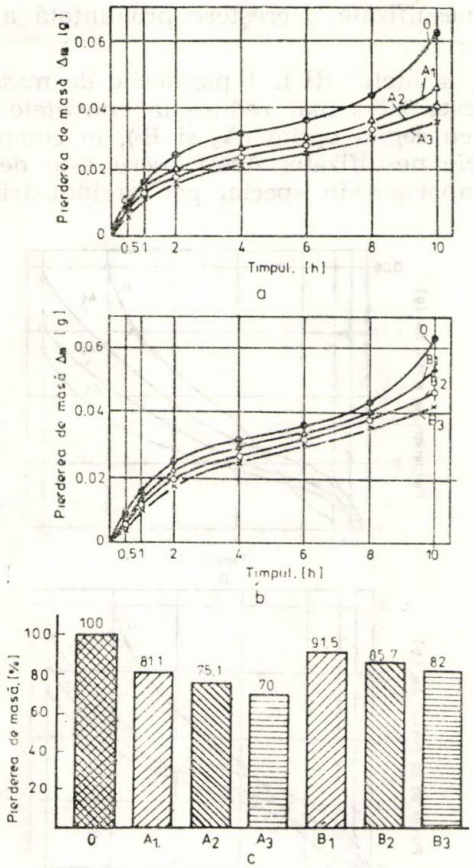


Fig. 3. Pierderile de masă pentru oțelul 18 Mo Cr Ni 13.
a — densitate curent 3,5 A/dm²; b — 4,5 a/dm²; c — histograma pierderilor,
1 — timp 9 min.; 2 — 12 min; 3 — 15 min.; 0 — proba nesulfizată.

La epruvetele din oțel 21 Ti Mn Cr 12 (fig. 4), pentru regimul A_3 rezultat ca optim, se obține o pierdere de masă cu circa 23% mai scăzută față de cele nesulfizate, variația parametrilor tehnologici ducînd la o micșorare a pierderilor cu 5 ... 20%,

Performanțele mai reduse obținute pe epruvetele executate din oțel 21 Ti Mn Cr 12, în comparație cu oțelurile 13 Cr Ni 30 și 18 Mo Cr Ni 13, se pot datora și faptului că duritatea după călire a acestui oțel a fost mai redusă cu 2 ... 3 unități HRC.

Aplicînd procedeul de sulfizare anodică după carburare și călire, se constată deci o creștere a duratei de funcționare cu 23 .. 40%, ceea ce este echivalent cu importante economii de materiale, energie și manoperă.

La toate cele trei oțeluri, pe curba timp de încercare-pierdere de masă, se observă, într-o primă fază, o uzare intensă corespunzătoare fazei de rodaj, cînd apar pierderi mari de masă, după care apare o zonă în care variația pierderilor este proporțională cu timpul de încercare, iar în final apare o creștere exponențială a pierderilor (în special la probele nesulfizate), cînd apare uzura ce scoate din uz piesa. La epruvetele sulfizate, faza a treia apare în special la regimul de menținere de 9 minute, (A_1, B_1) pentu restul existînd încă disponibilități din acest punct de vedere.

Pentru epruvetele executate din oțeluri cu conținut ridicat de carbon (OSC 7 și RUL 1), variația pierderilor de masă în funcție de parametrii de sulfizare și regimul de încercare este prezentată în figurile 5 și 6. Parametrii de încercare au fost: turația de 1500 rot/min, și presiunea de lucru de 2 bar.

În cazul epruvetelor din OSC 7, forma curbelor pierdere de masă-timp de încercare este mult diferită față de cele obținute la oțelurile carburate, zona de uzare normală (faza a II-a) fiind mai mică.

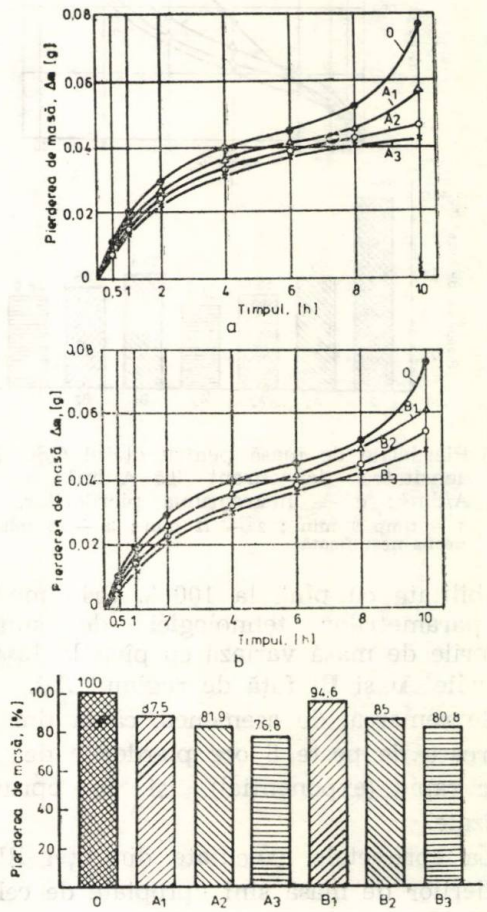


Fig. 4 Pierderile de masă pentru oțelul 21 Ti Mn Cr 12, a — densitate curent 3,5 A/dm²; b — 4,5 A/dm²; c — histograma pierderilor.
1 — timp 9 min.; 2 — 12 min; 3 — 15 min.; 0 — proba nesulfizată.

În acest caz apare o diferență mai mare între pierderea de masă a probelor sulfizate și nesulfizate.

Este de remarcat că regimurile de sulfizare A_3 și B_3 conferă o scădere a pierderilor de masă cu peste 50%, față de probele nesulfizate, de unde rezultă implicit o creștere de

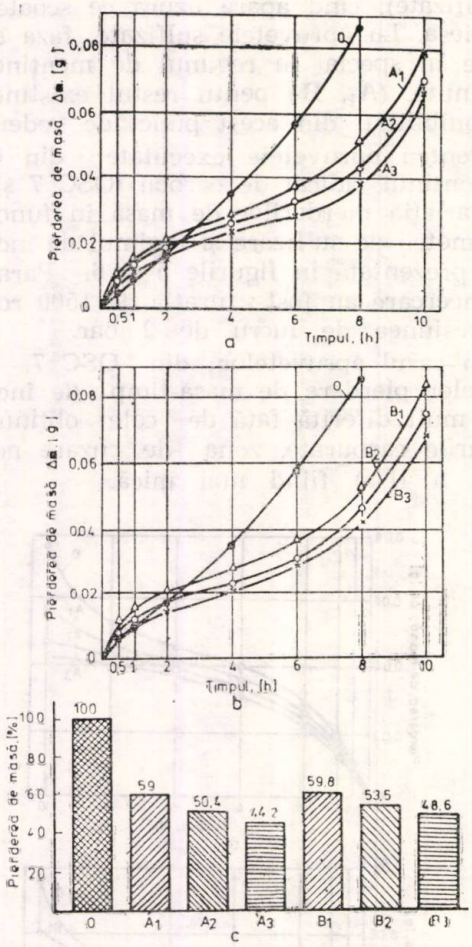


Fig. 5 Pierderile de masă pentru oțelul OSC 7; a — densitatea de curent 3,5 A/dm²; b — 4,5 A/dm²; c — histrograma pierderilor.
1 — timp 9 min.; 2 — 12 min; 3 — 15 min.; 0 — proba nesulfizată.

durabilitate cu pînă la 100%. Prin modificarea parametrilor tehnologici de sulfizare, piederile de masă variază cu pînă la 15% (regimurile A_1 și B_1 față de regimul A_3).

Se remarcă, de asemenea, că la timpi de încercare de peste 8 ore pierderile de masă cresc rapid (exponențial), și la epruvetele sulfizate.

La epruvetele executate din oțel RUL 1, pierderilor de masă sînt apropiate de cele obținute în cazul oțelului OSC 7, performanțele fiind superioare cu circa 6%, aceasta datorită și faptului că matricea este formată din carburi ce conțin suplimentar crom.

Din diagramele prezentate în figurile 5 și 6, se observă că — în prima fază — apare o pierdere de masă mai pronunțată la epruvetele sulfizate, în comparație cu cele nesulfizate, urmînd ca, în faza a doua, epruvetele sulfizate să prezinte o aplatizare a curbelor, iar la cele nesulfizate o creștere pronunțată a pierderilor.

Și la oțelul RUL 1 pierderile de masă sînt cu peste 50% mai reduse la epuvetele sulfizate cu regim optim (A_3 și B_3), în comparație cu cele nesulfizate. Acest lucru este deosebit de important în special pentru industria de

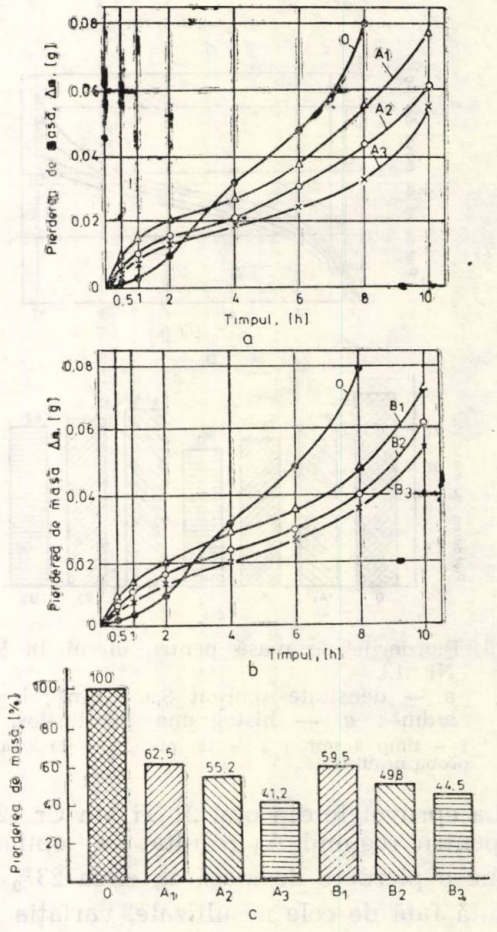


Fig. 6 Pierderile de masă pentru oțelul RUL 1; a — densitate de curent 3,5 A/dm²; b — 5,6 A/dm²; c — histograma pierderilor.
1 — timp 9 min.; 2 — 12 min.; 3 — 15 min.; 0 — proba nesulfizată.

organe de asamblare și în mod deosebit pentru industria de rulmenți unde există o producție de masă.

Pierderile de masă, pentru epruvetele executate din oțel Rp 3, sînt prezentate în figura 7.

Parametrii regimului de încercare au fost: turația de 1500 rot/min, și presiunea de lucru de 2 bar.

Rezultatele obținute după 8 ore de încercare scot în evidență faptul că probele sulfizate au o pierdere de masă cu pînă la 64 % mai scăzută, în comparație cu cele nesulfizate, în prima fază (faza de rodaj) avînd o pierdere de masă mai mare sau cel mult egală cu cele nesulfizate.

Se observă, de asemenea, o mai slabă concordanță între rezultatele obținute prin acest test și cele obținute pe scule din producția de serie sulfizate și utilizate în condiții industriale. Aceasta probabil și datorită faptului

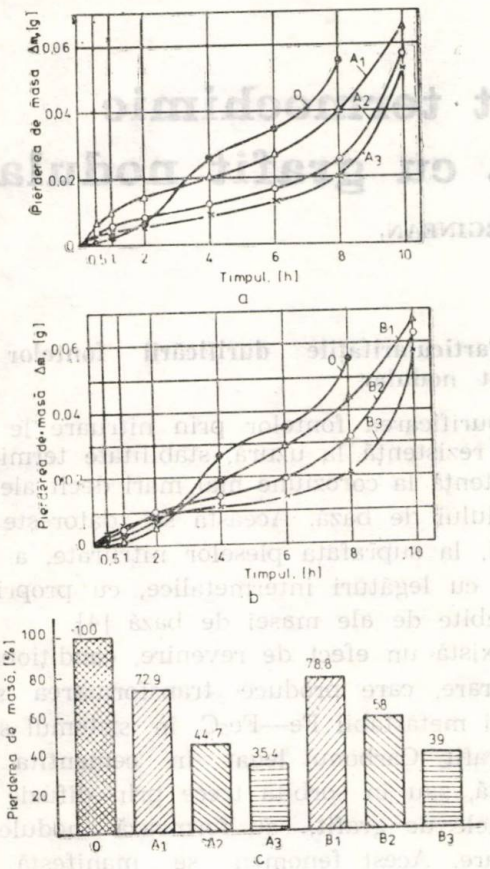


Fig. 7 Pierdeile de masă pentru oțelul Rp 3; a — densitate curent 3,5 A/dm²; b — 4,5 A/dm²; c — histograma pierderilor.
1 — timp 9 min. ; 2 — 12 min. ; 3 — 15 min. ; b — proba nesulfizată.

că încercarea industrială a fost mai severă și deci s-a ajuns cu uzarea abia la începutul fazei a doua (echivalent cu încercarea de uzare la circa 2 . . . 3 ore), după care sculele au ieșit din cote.

Avantajul, în cazul aşchietoare, constă în faptul că după fiecare reascuțire se poate repeta operația de sulfizare anodică, durata medie de viață a sculei fiind calculată după scoaterea ei din funcțiune.

Este de remarcat și faptul că, prin sulfizare și gresarea ulterioară cu ulei, se realizează și o pasivare și deci o protecție superficială a sculelor contra oxidării, eliminîndu-se operația de protejare cu unsoare.

Experimentările privind rezistența la uzare a straturilor sulfizate anodic au scos în evidență faptul, că la toate oțelurile utilizate, prin sulfizare anodică, se obține o modificare a coeficientului de frecare și, deci, o micșorare a pierderilor de masă în procesul de uzare.

Diferența între pierderile de masă ale probelor nesulfizate și sulfizate este situată între limitele 10 . . . 30 %, cu excepția oțelurilor de scule unde această diferență se ridică pînă la 50 %.

Din analiza röentgenografică a straturilor nesulfizate, rezultă că pe suprafața pieselor sulfizate există o anumită cantitate de sulf liber, sulfură de fier (FeS) compus cu o structură hexagonală, precum și mici cantități de oxizi de fier (Fe_3O_4 și Fe_2O_3).

Rezultă că, în procesul de funcționare a unor cupluri de piese, uzarea se produce fie prin apariția de microparticule de metal rămase de la ultima prelucrare sau desprinse de pe piese, fie datorită microsudurilor (punți de sudură), care duc la gripare, sau la deteriorarea progresivă a stării suprafeței.

Prin îmbogățirea stratului superficial cu sulf sau compuși ai sulfului, se realizează o importantă ameliorare a condițiilor de lubrifiere și deci o micșorare a coeficientului de frecare. Acționînd ca un lubrifiant solid, moleculele de sulf alunecă una peste alta și permit astfel o alunecare ușoară a suprafețelor metalice. Acest strat de ordinul a 8 . . 13 μm fiind foarte moale, permite de asemenea și înglobarea unor micro-particule de metal, care în caz contrar ar produce o abraziune a suprafeței.

În scopul prelucrării unor presiuni specifice de lucru sporite, este recomandabil ca sub acest strat să existe o matrice cu duritate ridicată, lucru care s-a realizat prin alegerea unor oțeluri cu conținut ridicat de carbon (OSC, RUL). sau a unor oțeluri care se carburează, astfel încît după tratamentul termic sau termochimic preliminar să se obțină o duritate de peste 60 HRC.

Este de remarcat că se mai observă compuși de sulf și la straturile uzate, ceea ce permite să se tragă concluzia că sulful și compușii sulfului existenți în strat nu sînt îndepărtați prin pierderea de masă (uzare), ei difuzînd continuu spre interiorul stratului. Acest lucru are loc și datorită presiunii și a temperaturii ridicate, ce poate apărea în timpul funcționării cuplului.

Migrația sulfului se poate explica în special prin reacția chimică a fierului cu produșii de descompunere ai stratului sulfizat (și în special cu sulful degajat).

BIBLIOGRAFIE

[1] *Şerban, C.*: Cercetări privind aplicarea procesului de sulfizare anodică în vederea ridicării fiabilităţii pieselor în construcţia de maşini. Teza de doctorat „Unversitatea Braşov", 1984.

[2] *Franchetti, R.*: La solfurazione a bassa temperatura, Ingegneria Mecanica XXI, nr. 4, 1972, pag. 1—10.

[3] *Laplanche, H.*: La sulfinisation des aciers et des fontes, La Metallurgie, Vol. 104, nr. 9, 1972.

[4] *Şerban, C.*: Stadiul actual al dezvoltării teoriei şi practicii tratamentului termochimic de şi practicii tratamentului termochimic de sulfizare (sinteză documentară) IDTT nr. 17—18, Bucureşti, 1983.

[5] *Şerban, C., Luca, V., Andreescu, F.*: Cercetări privind stabilirea regimului de sulfizare anodică la temperaturi joase a oţelurilor carbon şi slab aliate. Revista „Construcţia de maşini", nr. 3, martie, 1982, pag. 123—126.

CZ : 541.11

Durificarea prin tratament termochimic a roţilor dinţate din fontă cu grafit nodular

Ing. Paler **PANTEA**, ing. Maria **SOLACOLU**, ing. Elena **MĂRGINEAN**, ing. Dragoş **DIACONU** — I.C.S.I.T.P.S.C. Bucureşti
Dr. ing. Elena **CRIVEANU** — Întreprinderea mecanică Timişoara

Introducere

Utilizarea în construcţia de maşini a pieselor turnate din fontă cu grafit nodular, tratate termic şi termochimic răspunde cerinţelor constructive şi tehnologice prescrise diferitelor mecanisme industriale.

Caracterizarea materialului

Fonta cu grafit nodular îmbină proprietăţile fontelor şi ale oţelurilor : proprietăţi de turnare satisfăcătoare, o bună prelucrabilitate prin aşchiere, rezistenţă mecanică şi rezistenţă la uzură ridicate, stabilitate termică şi rezistenţă la coroziune. Denumit şi fontă de înaltă rezistenţă, acest material de construcţie realizează pentru calităţile perlitice o rezistenţă de 60—70 daN/mm^2 la o alungire de ≈3% şi duritate de 250—275 HB [1].

Proprietăţile obţinute prin turnare se pot îmbunătăţi prin tratament termic şi termochimic.

Pentru roţi dinţate, puternic solicitate în special la uzură şi gripaj, cum sînt cele din componenţa reductoarelor pentru automacaralele de mare putere, se poate utiliza calitatea Fgn 600—2 (STAS 6071—1975), similară cu VC 60—2 după GOST şi GG 60 după DIN.

Compoziţia chimică a cîtorva şarje realizate la I.C.S.I.T.P.S.C. este redată în tabelul 1.

Domeniul temperaturilor de transformare determinate prin metoda dilatometrică pentru şarja I (tabel 1) este 760—810°C la încălzire şi 710—664°C la răcire [3].

Creşterea conţinutului de siliciu de la 2,1 la 2,6% ridică nivelul temperaturilor de transformare austenitică la 800—880°C [1].

Particularităţile durificării fontelor cu grafit nodular

Durificarea fontelor prin nitruare le conferă rezistenţă la uzură, stabilitate termică şi rezistenţă la coroziune mai mari decît ale materialului de bază. Aceasta se datoreşte formării, la suprafaţa pieselor nitrurate, a unui strat cu legături intermetalice, cu proprietăţi deosebite de ale masei de bază [4].

Există un efect de revenire, condiţionat de nitrurare, care produce transformarea sistemului metastabil Fe—Fe_3C, în sistemul stabil Fe-grafit. Carbonul legat în cementita din perlită, sau în sorbită trece prin difuzie pe nodulele de grafit, sau formează nodule secundare. Acest fenomen se manifestă prin feritizarea parţială a masei de bază şi modificări dimensionale.

Tabelul 1

Material Fgn 600-2	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cu [%]
Sarja I	3,44	2,10	0,69	0,058	0,013	0,43
Sarja II	3,5	2,6	0,49	0,06	0,012	0,6
Sarja III	3,6	2,6	0,69	0,018	0,017	0,54

Pentru ca niturarea să fie însoţită de o modificare a structurii, în limitele toleranţelor, este necesar să se aleagă calităţi de fontă termostabile. Se poate practica stabilizarea perlitică pentru piese de mare precizie di-

mensională, prin aliere cu diverse elemente (Cu, Sn, Mo, Mn), în proporții reduse, sau prin micșorarea conținutului de siliciu [4].

Pentru șarjele realizate de I.C.S.I.T.P.S.C., stabilizarea perlitică s-a realizat prin adăugarea de 0,43—0,60 % Cu.

Principiul procedeului de nitrurare gazoasă și rezultatele experimentărilor

Ca și la celelalte aliaje fier-carbon, mecanismul nitrurării este legat de domeniul de stabilitate a fazelor în sistemul Fe—N. Conducerea procesului se face, în general, astfel încît să apară la suprafața produsului, structuri monofazice, fie de compus intermetalic Fe_4N (γ'), fie de compus definit Fe_2N (ε).

Pentru a evita fenomenele secundare de feritizare a masei de bază, se indică temperaturi de nitrurare a fontelor cu grafit nodular perlitice în domeniul 510—550°C. Temperatura joasă, la care se face difuzia, și solubilitatea redusă a azotului conduc la o durată lungă de nitrurare, de aproximativ 50 de ore, pentru straturi cu adîncimea de 0,35—0,5 mm.

În scopul identificării aspectelor tehnologice care intervin la nitrurarea roților dințate din fontă cu grafit nodular Fgn 600—2, s-au efectuat experimentări de laborator urmate de încercări semiindustriale pe seturi de piese. S-a urmărit influența tratamentului termic preliminar și a sablării asupra microdurității stratului niturat.

Din figurile 1 și 2 se constată o intensificare a difuziei azotului datorită sablării, exprimată prin creșterea microdurității cu 50÷150 $HV_{0,050}$, pe o zonă superficială de 0,2 mm a unui strat de 0,35—0,4 mm.

Tratamentul termic de normalizare, sau călire și revenire, preliminar nitrurării, influențează asupra alurii curbelor de microduritate a stratului niturat, în sensul creșterii durității superficiale în raport cu starea detensionată, (fig. 3). Se obține, pentru starea detensionată, o duritate superficială pînă la 900 $HV_{0,050}$, pentru starea călită și revenită 950 $HV_{0,050}$, și pentru starea normalizată 1100 $HV_{0,050}$.

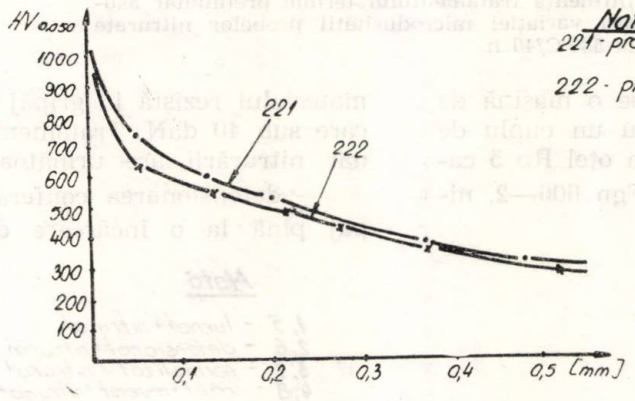


Fig. 1 Influența sablării asupra variației microdurității pe probe călite și nitrurate la 530°C/40 h.

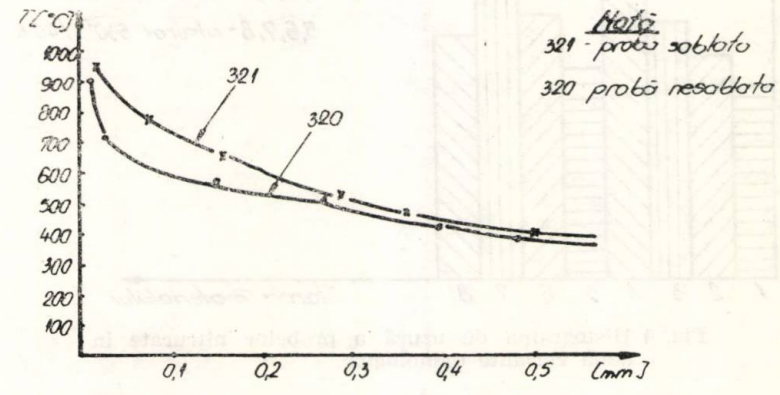


Fig. 2 Influența sablării asupra variației microdurității pe probe detensionate și nitrurate la 530°C/40 h.

Se indică, pentru realizarea straturilor nitrurate la 400—500 HV_{10}, de adîncime 0,35—0,4 mm, procedeul de nitrurare cu două trepte (510°C/25 h+530°C/25 h).

Verificarea comportării stratului niturat, pentru diferite variante tehnologice, s-a făcut prin încercări de uzură și gripaj. Experimen-

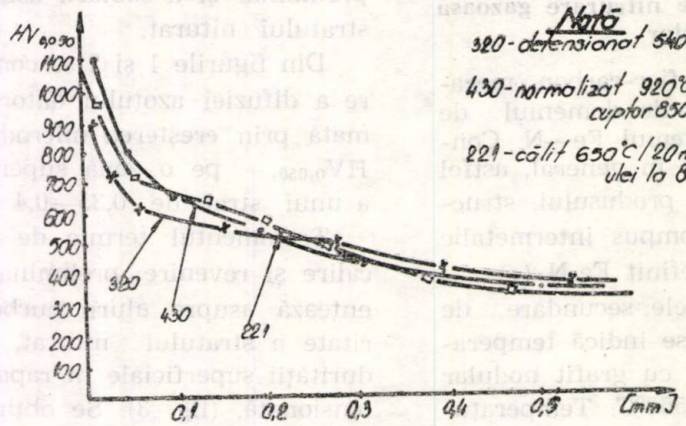


Fig. 3 Influența tratamentului termic preliminar asupra variației microdurității probelor nitrurate la 530°C/40 h.

tările de uzură s-au efectuat pe o mașină de uzură tip Timken, prevăzută cu un cuplu de frecare rolă-sabot, rola fiind din oțel Rp 5 călit la 62 HRC și sabotul din Fgn 600—2, nitrurat la 450—550 HV_{10}.

unui tratament termic preliminar de călire și revenire, se indică nitrurarea cu două trepte de menținere în domeniul 510—550°C, care dă creșterea maximă a rezistenței de uzură în în raport cu starea turnată.

Datele obținute la încercarea de gripaj sînt redate în figura 5. Pentru starea turnată, materialul rezistă la gripaj pînă la o încărcare sub 40 daN. Tratamentul termic preliminar nitrurării are următoarea influență:

— detensionarea conferă rezistență la gripaj pînă la o încărcare de 70 daN;

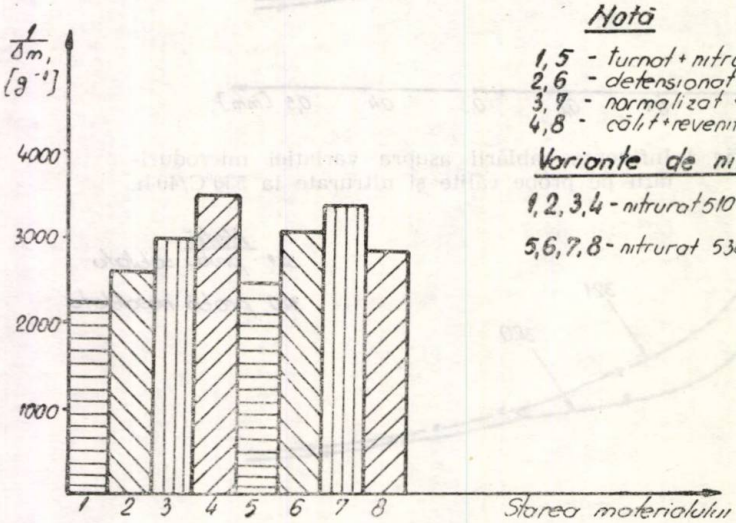


Fig. 4 Histograma de uzură a probelor nitrurate în două variante tehnologice.

În figura 4 sînt sintetizate rezultatele încercării de uzură. Se observă că nivelul mediu al rezistenței la uzură, exprimat în $\frac{1}{\Delta m}$ [g^{-1}], crește în raport cu starea turnată pentru stările detensionate și normalizate, indiferent de varianta de nitrurare. În cazul aplicării

— normalizarea și recoacerea subcritică conferă o rezistență la gripaj pînă la o încărcare de 90 daN;

— călirea și revenirea conferă rezistență la gripaj pînă la o încărcare de 80 daN.

În funcție de grosimea de încălzire și de complexitatea piesei, se alege varianta de tra-

tament termic preliminar nitrurării care în general dublează rezistența la gripaj, în raport cu starea turnată.

Structura stratului nitrurat

Controlul precis al potențialului de azot al atmosferei de tratament, respectiv al gradului de disociere a amoniacului și al debitului de gaz, permit conducerea diferențiată a procesului, în funcție de duritatea și adîncimea stratului niturat.

Aplicarea procedeelor de niturare cu două și trei trepte de menținere permite obținerea unui strat alb de 10—15 μm, compact și fără pori și a unui strat de difuzie care în general corespunde succesiunii constituenților $\varepsilon + \gamma'$, γ', $\alpha + \gamma'$ din sistemul Fe—N.

Aspectul metalografic caracteristic este gradul de dispersie ridicat al filamentelor de nitruri în zona perlitică și aspectul acicular al nitrurilor separate din ferită, observat în structurile detensionate înaintea nitrurării.

Îmbogățirea cu azot a masei de bază în prealabil normalizate sau călite realizează microstructurile conform figurilor 6 și 7.

Sintetizînd rezultatele încercărilor experimentale și semiindustriale, rezultă că straturile nitrurate ale roților dințate din fontă cu grafit nodular conferă acestora o rezistență ridicată la uzură și la gripaj în raport cu starea turnată.

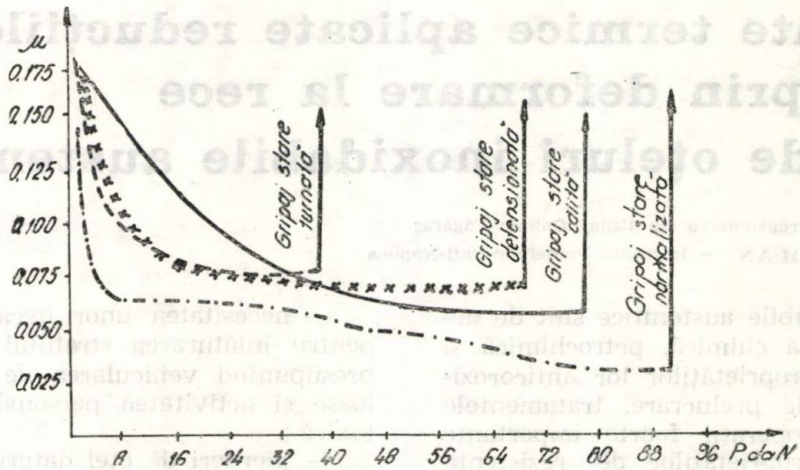


Fig. 5 Influența tratamentului termic preliminar nitrurării asupra rezistenței la gripaj a probelor din fontă cu grafit nodular.

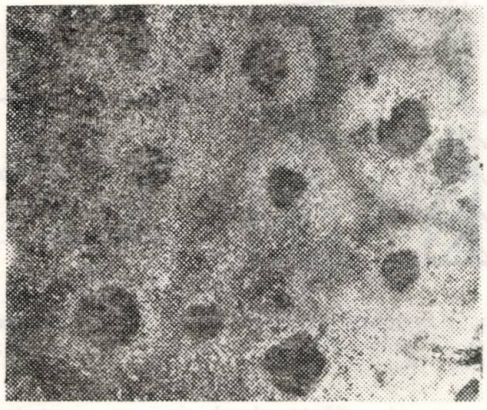


Fig. 6 Aspect strat nitrurat pentru o stare inițială îmbunătățită.
— strat de combinații : 0,005—0,010 mm
— strat de difuzie : 718—340 HV 0,050
— adîncime totală : 0,35—0,40 mm
Atac nital 2 %

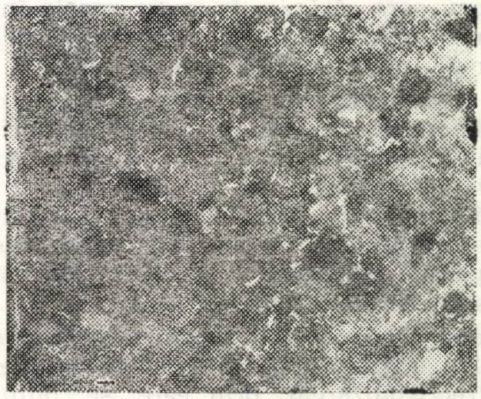


Fig. 7 Aspect strat nitrurat pentru o stare inițială normalizată.
— strat de combinații : 0,010—0,015 mm
— strat de difuzie : 800—360 HV 0,050
— adîncime totală ; 0,35—0,4 mm
Atac nital 2 %

Prin procedeele de nitrurare cu o treaptă și două trepte de menținere, în domeniul 510—550°C, la o durată totală de maximum 54 ore, se durifică piese pe o adîncime de 0,35—0,5 mm la valori de 450—550 HV_{10}. Verificarea rezistenței acestora în condiții similare cu cele de exploatare de către Fabrica de Reductoare Reșița — Renk constituie test de omologare a tehnologiei.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Walton, Ch. F.*: Manuel des fontes moulées 1965.
[2] *Raiteș, V. B.*: Termiceskaia obrabotka na metallurghiceskih zavodah, 1971.
[3] x x x: Durificarea danturilor la 5 tipuri de coroane prin încălzire inductivă, I.C.S.I.T.P.S.C., 1982.
[4] *Keller, K.*: Fontă cu grafit nodular de rezistență ridicată pentru piese nitrurate, Maschinenmarkt, nr. 106, 1970.

CZ : 621.78

Tratamente termice aplicate reducțiilor conice obținute prin deformare la rece din țevi de oțeluri inoxidabile austenitice

Ing. Ilie **UDROIU** — Întreprinderea de Utilaj Chimic Făgăraș
Prof. dr. ing. Horia **COLAN** — Institutul Politehnic Cluj-Napoca

Oțelurile inoxidabile austenitice sînt de neînlocuit în industria chimică, petrochimică și nucleară datorită proprietăților lor anticorozive. În ciclul lor de prelucrare, tratamentele termice reprezintă operații foarte importante pentru obținerea proprietăților de rezistență mecanică și anticorosivă a utilajelor și instalațiilor unde sînt utilizate.

Orice abatere în aplicarea tratamentelor termice pentru aceste oțeluri poate duce la oxidare puternică, carburare superficială, apariția feritei δ sau fazei σ, dar cea mai periculoasă consecință este apariția coroziunii intergranulare în exploatare, datorită formării carburilor de crom, care sărăcesc în crom zonele învecinate marginilor grăunților; o carbură de forma $Cr_{23}C_6$ necesită pînă la 90 % crom.

La I.U.C. Făgăraș se obțin reducții conice prin deformare la rece din țevi din oțeluri inoxidabile austenitice (fig. 1); după obținere, acestea sînt supuse unui tratament termic prin încălzire la 1050—1150°C într-un cuptor cu gaz natural, după care piesele sînt răcite brusc în apă, pentru traversarea zonei de 400—800°C, cînd s-ar forma carburi de crom.

Scopul tratamentului termic este înlăturarea efectelor ecruisării apărute la deformarea la rece (recristalizarea), prin care se uniformizează grăunții de austenită și se înlătură tensiunile interne obținînd structura și caracteristicile mecanice avute de material înaintea deformării la rece.

Dezavantajele încălzirii în cuptor cu flacără de gaz natural în vederea tratamentului termic a reducțiilor obținute prin deformare la rece sînt:

— formarea unui strat gros de oxizi la suprafața reducțiilor;

— supraîncălziri locale;

— necesitatea unor decapări în băi acide pentru înlăturarea stratului de oxizi, aceasta presupunînd vehicularea de substanțe periculoase și activitatea personalului în atmosferă toxică;

— pierderi de oțel datorită faptului că acizii din băile de decapare dizolvă nu numai oxizii de la suprafața piesei, ci și material de bază.

Toate aceste dezavantaje sînt înlăturate efectuînd tratamentul termic al reducțiilor prin încălzirea și răcirea bruscă în atmosferă de 75 % H_2 + 25 % N_2.

Pentru experimentarea acestui procedeu de tratament termic, s-a proiectat și realizat, la I.U.C. Făgăraș, o instalație prezentată în figura 2, care este compusă dintr-un cuptor cu două mufle paralele încălzite electric; se fo-

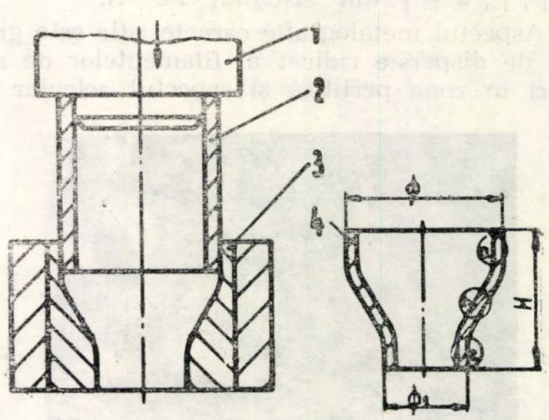


Fig. 1 Schema matriței și reducția obținută.
1 — poanson; 2 — semifabricat din țeavă; 3 — corp matriță; 4 — reducție obținută.

losește ca atmosferă de lucru un amestec de 75 % H_2 + 25 % N_2 preluat printr-o conductă direct din circuitul de sinteză al fabricii de amoniac de la Combinatul Chimic Făgăraș. Ră-

cirea bruscă a pieselor se face cu acest amestec și cu apă care circulă prin pereții exteriori

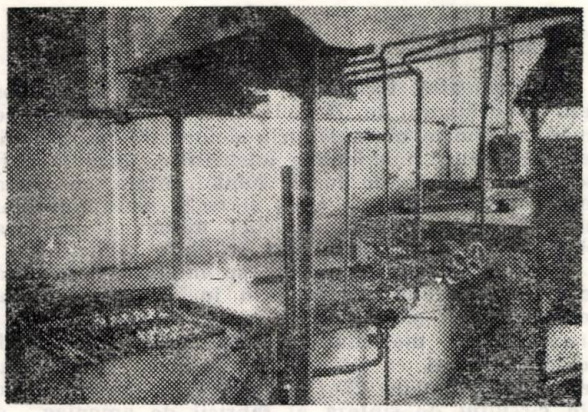
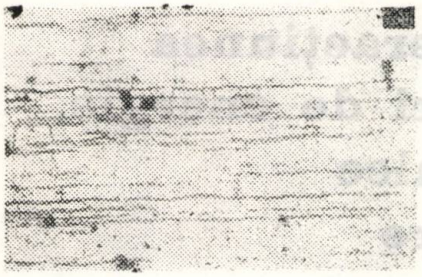


Fig. 2 Instalația de tratament termic în atmosferă de 95% H_2 + 25% H_2.

ai muflelor în zona de răcire, deci fără contact direct cu piesele. În figura 3 sînt prezentate

a



b

c

Fig. 3 Microstructuri în secțiunea paralelă cu axa longitudinală a reducției conice obținută prin deformare la rece. Atac: 30 HF+20 HNO_3 (53%) + 20 H_2O + 25 C_2H_3OH . Mărire 250 : 1.

microstructurile unei reducții conice ∅ 48 x ∅ 34 (prelevate din zonele a, b și c cf. fig. 1) obținută prin deformare la rece din țeavă ∅ 48 x 4 din oțel inoxidabil austenitic, marca 10 Ti Ni Cr 180) cu următoarea compoziție : C = 0,1 %; Cr = 18,5 %; Ni = 10,1 %; Ti = 0,51 %. Se observă, prin analiză comparativă a zonelor a, b, c, de la reducție, că datorită deformării puternice apare ecruisarea, deci grăunții sînt puternic alungiți, structura e puternic tensionată, duritatea materialului crescînd mult.

Durificarea prin deformare la rece a acestor oțeluri e mult mai mare decît la alte tipuri de oțeluri. S-a măsurat duritatea în zonele a, b, c și s-au obținut următoarele valori : în zona a, HB = 232, în zona b, HB = 280, în zona c, HB = 291, cantitatea de ferită determinată este de 7 ÷ 8,5 %.

Se observă creșterea durității cu cît materialul e supus unei deformări mai puternice. Gradul de ecruisare depinde de conținutul de carbon ; odată cu creșterea conținutului de carbon de la 0,03 % la 0,1 %, duritatea măsurată crește substanțial. Astfel diferența de duritate măsurată a fost de 50 ÷ 60 HB, la un oțel 10 Ti Ni Cr 180 cu 0,1 % C și un oțel 14306 (X 2 Cr Ni 18.9) cu 0,03 % C, pentru reducții obținute în aceleași condiții.

O reducție conică ∅ 48/∅ 34 obținută prin deformare la rece, în aceleași condiții ca acelea prezentate mai înainte, s-a pregătit pentru a fi supusă unui tratament termic în atmosferă de 75% H_2 + 25% N_2, spălîndu-se în prealabil în vapori cu tricloretilenă pentru îndepărtarea oricăror urme de substanțe organice. După pregătirea pieselor pentru tratament termic, s-a ridicat temperatura cuptorului la 1050°C, condiție necesară pentru refacerea structurii la oțelul 10 Ti Ni Cr 180. Piesele avînd grosimea uniformă de 4 mm au fost introduse cu un container în mufa cuptorului, la temperatura de 1050°C și menținute cîte 8 minute pentru fiecare milimetru de grosime a piesei, deci 32 de minute în această atmosferă care avea de 75% H_2+25% N_2 cu un punct de rouă de — 60°C.

După această menținere la temperatura de tratament termic, containerul cu piese a fost trecut în zona de răcire, în continuarea mufei cuptorului, răcirea făcîndu-se cu jet de 75% H_2 + 25% N_2, răcit în prealabil într-un schimbător de căldură cu apă ; o răcire suplimentară se face în același timp cu apă ce circulă prin exteriorul tubului de răcire, fără contact direct cu piesele. Datorită încălzirii și răcirii în atmosferă de 75% H_2 + 25% N_2, în urma tratamentului termic, reducțiile au suprafața albă lipsită de oxizi datorită caracterului neutru al azotului și reducător al hidro-

genului, se înlătură astfel toate dezavantajele tratamentelor termice prin încălzirea într-un cuptor cu gaz natural, urmate de decapări în băi acide.

În figura 4 se prezintă microstructurile pentru cele trei zone (a, b, c) ale reducției după tratamentul termic efectuat în atmosferă reducătoare; se observă că grăunții alungiți, prin deformare la rece, au devenit uniformi, cu structură omogenă înlăturîndu-se astfel efectul puternicei ecruisări. Măsurîndu-se duritatea în cele trei zone s-au obținut următoarele valori : zona a, HB = 131 ; zona b, HB = 135, zona c, HB = 138. Se observă că s-au obținut valori apropiate pentru duritate. Cantitatea de ferită determinată este de $0 \div 0{,}15\%$.

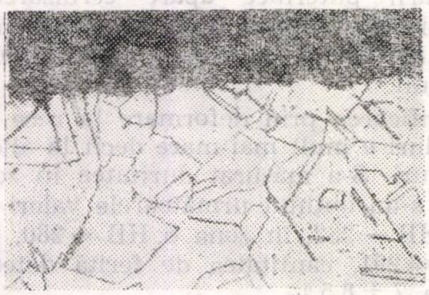


Fig. 4 Microstructură pentru reducția conică obținută la rece și tratată termic în atmosferă de 75+ H_2 + 25% N_2. Atac: 30 HF + 20 HNO_3 (53%) + 20 H_2O + 25 $C_2H_5OH_{pa}$. Mărime: 250 : 1.

Concluzii

Tratamentul termic de recristalizare în atmosferă reducătoare de 75% H_2 + 25% N_2, aplicat reducțiilor conice obținute prin deformare la rece din țevi de oțeluri inoxidabile austenitice, duce la obținerea unor piese de foarte bună calitate, cu suprafață curată, lipsită de oxizi și cu structură austenitică omogenă, cu caracteristici mecanice comparabile cu ale țevilor din care se obțin reducțiile.

Prin această tehnologie se înlătură dezavantajele tratamentului termic prin încălzirea cu oxidarea suprafeței și decaparea acidă; se obține și o productivitate mai mare eliminînduse decapările acide. Folosind ca atmosferă de lucru tratamentul termic amestecul de 75% H_2 + 25% N_2 preluat direct din circuitul de sinteză al fabricii de amoniac, se elimină consumul de energie pentru disocierea amoniacului.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Colan, H., ș.a.*: Studiul metalelor, E.D.P. București, 1983.

[2] *Dulămiță, T.*: Producerea și utilizarea atmosferelor controlate pentru tratamente termice, Ed. Tehnică, București, 1977.

[3] *Udroiu, I.*: Tratamente termice aplicate oțelurilor inoxidabile austenitice în amoniac disociat. Referat I.P. Cluj Napoca, 1983.

[4] *x x x*: Laborofenanlange Zum Blankglühen von Cr—Ni legierten Rohren unter H2, Ebner, Linz 1981.

[5] *x x x*: Brevet S.U.A. nr. 2, 701.712.

CZ : 541.11

Aspecte inedite privind interacțiunea prin superpoziție de cîmpuri de energie, în cazul tratamentelor termice de sulfocianizare și sulfizare

Dr. ing. V. **LUCA**, dr. fiz. D. **INȚA**, ing. Cornel **ȘERBAN**, ing. F. **ANDREESCU** — Universitatea Brașov
Ing. Alexandru **FORJE** — ICEMENERG. București

Introducere

Eforturile susținute, care se depun la ora actuală în toate domeniile industriei pentru realizarea unor produse cu o înaltă fiabilitate, cu consumuri de energie și cheltuieli materiale cît mai reduse, sînt adesea îndreptate spre realizarea de tehnologii noi, mai perfecționate, care să corespundă deziderateloreficienței, economicității și calității produselor.

În prezenta lucrare se expun rezultatele obținute într-un domeniu de mare actualitate pentru industrie și anume acela al tratamentului termochimic al unor suprafețe metalice active. Sînt numeroase cazurile în care, pentru sporirea rezistenței la frecare, uzare sau coroziune a pieselor, sînt aplicate tratamente termochimice și termofizice. De exemplu, sulfizarea, cianizarea, sulfocianizarea, borurarea etc. se relizează în băi de săruri topite în care se imersează piesa ce urmează a fi tratată superficial. În anumite condiții de temperatură, presiune și concentrație, se realizează tratamentul termochimic al respectivei piese, adică suprafața sa se îmbogățește superficial în atomi de S, C, N, B, etc. De concentrația și

modul de distribuție ale acestor atomi în stratul superficial al piesei tratate depinde calitatea tratamentului respectiv.

Se știe [1] că procesele care au loc la suprafața solid-lichid sînt deosebit de complexe și încă insuficient studiate și cunoscute. În cazul sărurilor topite, se realizează un anumit grad de disociere al acestor săruri, care depinde atît de temperatura, cît și de alți parametri ai băii. În urma disocierii, rezultă ioni activi care pot fi absorbiți la suprafața piesei imersate în baie urmînd apoi a difuza în straturile superficiale ale structurii solide policristaline a piesei respective. Studiul acestor procese de bază, precum și găsirea unor modalități de influențare în mod favorabil al lor, este de mare interes nu numai pentru problema tratamentelor termochimice ci în general pentru problema tratamentelor termochimice ci în general pentru fizica suprafețelor [1, 2].

În condițiile aplicării unor procedee clasice de tratament termochimic, intervin destule dificultăți legate de stabilirea parametrilor băii, care să asigure un tratament optim. Dar chiar și în aceste condiții, tratamentul se realizează cu consumuri energetice și de materiale ridicate și în intervale de timp destul de lungi. Astfel, în cazul tratamentelor termochimice efectuate în medii lichide (carburarea, sulfizarea, cianizarea, sulfocinizarea sau borurarea), timpul de menținere a pieselor în baia cu săruri în stare topită poate ajunge la 4—5 ore, funcție de temperatura la care se desfășoară tratamentul, de compoziția chimică a băii respective și de grosimea stratului superficial tratat care trebuie obținut.

Cercetările au urmărit găsirea unor procedee noi de stimulare, repectiv de accelerare, a proceselor care intervin în tratamentul termochimic și elaborarea unor noi tehnologii de tratament termochimic. Pentru tratamentul termochimic în băi de săruri topite, s-a reușit atît scurtarea simțitoare a timpului de tratament, cît și o îmbunătățire a calității și grosimii stratului superficial tratat. Principalele rezultate sînt protejate prin cinci brevete de invenție [3—7], care se referă atît la procedee și instalații noi pentru accelerarea tratamentelor termochimice în băi de săruri topite, cît și la procedee și instalații care vizează reducerea consumului de sare din baie, respectiv reducerea conținutului de austenită reziduală din oțeluri. În acest fel, rezultatele obținute de noi, pe care le vom expune mai jos, conduc atît la ridicarea productivității, cît și a eficienței energetice și a calității produselor tratate termochimic.

Tratament termochimic în prezența unor vibrații mecanice

Una dintre modalitățile de stimulare și de accelerare a proceselor ce intervin în cadrul tratamentului termochimic în băi de săruri topite, pe care am pus-o în evidență, o reprezintă vibrațiile mecanice. În figura 1 este prezentată schema procedeului și a instalației realizate de noi pentru suprapunerea unor vibrații mecanice peste suprafața solid-lichid, în timpul tratamentului. În linii mari, este vorba de o instalație de tratament termochimic clasică încălzită electric, în componența căreia intră un creuzet **1**, în care se topesc amestecurile de săruri, rezistoarele electrice de încălzire 2, căptușeala termoizolatoare și refractară **3**, termocuplul **5** și milivoltmetrul regulator de temperatură **6**. La acest echipament de bază, existent la toate băile de săruri, s-a adăugat un sistem de generare a unor vibrații mecanice, compus dintr-o bară **8** încastrată la mijloc și imersată cu un capăt în sarea topită și excitată lateral la celălalt capăt printr-un electromagnet **9**, alimentat la o tensiune alternativă de valoare și frecvență reglabilă date de generatorul de frecvență **11** și amplificate de amplificatorul de putere **10**.

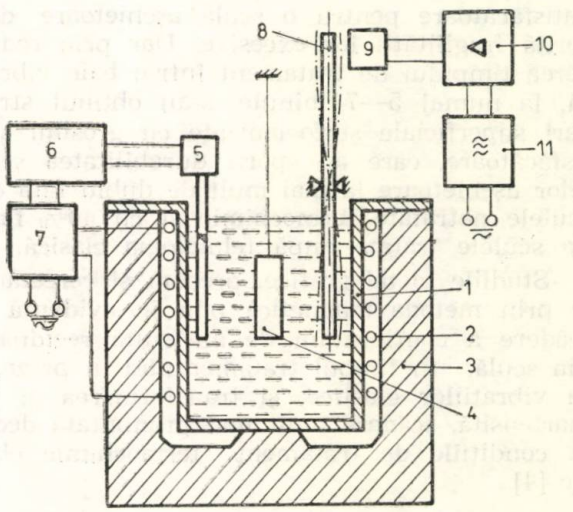


Fig. 1 Instalație de tratament termochimic la care accelerarea proceselor se realizează prin vibrarea mecanică a topiturii și pieselor.

Vibrațiile produse de către o astfel de „bară de rezonanță" se transmit prin mediul lichid de săruri topite, sub forma de unde elastice, care parțial sînt reflectate, parțial absorbite la limita de separație solid-topitură a piesei imersate, producînd o accelerare a proceselor care intervin în tratamentul termochimic al suprafețelor respectivei piese.

Aplicînd un astfel de procedeu la sulfocianizarea unor scule din oțel rapid, prin alegerea parametrilor optimali ai băii și a barei de rezonanță, s-au obținut următorele rezultate :

— în condiții de tratament termochimic obișnuit, prin menținerea sculelor în baia de săruri topite timp de 30—45 minute, se obțin piese cu straturi superficiale îmbogățite în C, N și S cu grosimi cuprinse între 0,03 mm și 0,04 mm ;

— în condiții de tratament termochimic în aceeași baie, dar în care s-au suprapus vibrații mecanice de o anumită frecvență și amplitudine (1,3 μm în decursul a 30 minute), au rezultat straturi sulfocianizate cu grosimea de 0,15 mm. Desigur, aceste straturi groase și de duritați ridicate nu au pezentat caracteristici satisfăcătoare pentru o sculă aşchietoare datorită fragilității lor excesive. Dar prin reducerea timpului de tratament într-o baie vibrată, la numai 5—7 minute, s-au obținut straturi superficiale sulfocianizate cu grosimi satisfăcătoare, care au sporit durabilitatea sculelor aşchietoare la mai mult de dublu față de sculele netratate termochimic și cu 40% față de sculele tratate după tehnologia clasică.

Studiile metalografice, precum și cercetările prin metoda magnetică pun în evidență o scădere a conținutului de austenită reziduală din sculă, în timpul tratamentului în prezența vibrațiilor elastice, și transformarea ei în martensită, scădere mult mai pronunțată decît în condițiile de tratament termochimic clasic [4].

Tratament termochimic în prezența unor curenți alternativi de joasă și înaltă frecvență

Se prezintă, în continuare, alte două căi de accelerare a proceselor de tratament termochimic a suprafețelor solide în băi de săruri topite și anume tratamentul în prezența unor curenți de joasă și înaltă frecvență.

În figura 3 este prezentată varianta care folosește curentul de joasă frecvență. La nivelul piesă-sare topită se aplică o tensiune alternativă de maximum 2,5 V asigurîndu-se un curent electric cu densitatea de 0,75—1,2 A/dm^2. Instalația prezintă în afara echipamentului de bază (pozițiile **1—7**) un transformator **10**, un reostat **9** și un ampermetru **8**. În aceste condiții s-au obținut grade sporite de disociere a topiturii, iar procesul de tratament termochimic s-a modificat simțitor realizîndu-se, în cazul sulfocianizărilor, straturi tratate (pe scule aşchietoare din oțel rapid) de grosimi optime în intervale de numai 10—20 minute. În același timp, durabilitatea sculelor a crescut cu 80—90%, față de a sculelor netratate termochimic și cu 30—40% față de sculele tratate prin procedeul clasic de sulfocianizare.

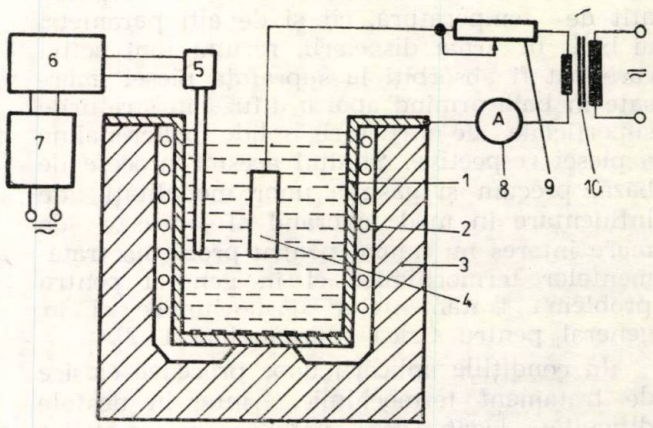


Fig. 2 Instalație de tratament termochimic în mediu lichid, la care accelerarea proceselor se realizează cu ajutorul curentului electric alternativ.

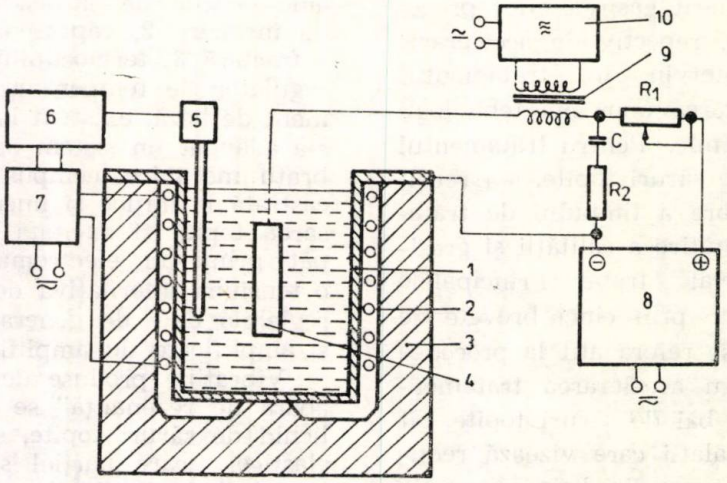


Fig. 3 Instalație de tratament termochimic în mediu lichid, la care accelerarea proceselor se realizează prin suprapunerea unei componente de înaltă frecvență peste curentul anodic.

De remarcat că, în urma aplicării unui astfel de procedeu de tratament, se obțin piese sulfocianizate ale căror suprafețe sînt de culoare cenușiu-argintie (nu mat-negre ca în cazul tratamentului clasic) un aspect deosebit de plăcut, care prezintă desigur mare interes din punct de vedere comercial.

În figura 3 se prezintă schema unei instalații de tratament termochimic de sulfizare la temperaturi relativ scăzute. După cum se știe, procedeul de sulfizare se aplică pieselor supuse uzurii prin frecare fluidă sau semifluidă, cu scopul micșorării coeficientului de frecare a suprafețelor ce vin în contact, respectiv pentru prevenirea pericolului de gripare.

Procedeul de sulfizare clasică constă în menținerea pieselor timp de aproximativ 3 ore, într-o baie de săruri topite (cum sînt sulfocianura de potasiu sau tiosulfatul de sodiu), aflate la temperaturi de 180—250°C. Se obțin astfel, straturi superficiale îmbogățite în principal cu atomi de S, dar și cu atomi de N și C, de grosimi ce nu depășesc 0,15 mm.

În ultima vreme a apărut procedeul de sulfizare anodică [11], numit și electrosulfizare sau sulfizare în electrolit, în care tratamentul se efectuează într-o baie de electroliză, electrolitul fiind sarea topită, iar piesele ce urmează a fi tratate avînd rol de anod. La trecerea curentului electric prin electrolit, acesta se disociază și pune în libertate ioni de sulf, care ajungînd la anod vor fi adsorbiți pe suprafața lui și apoi vor difuza în structura cristalină a acestuia.

Desigur, sulfizarea anodică a reprezentat un real progres din punctul de vedere al reducerii timpului de tratament. De exemplu, la densități ale curentului anodic de 4—5 A/dm^2, se obțin straturi sulfizate cu o grosime de aproximativ 0,012 mm, în intervale de timp de numai 10—15 minute. Dar procedeul sulfizării anodice prezintă și o serie de dezavantaje și anume :

a) grosimea stratului sulfizat nu este uniformă, ea depinzînd de poziția piesei în baie și de distanța piesă-creuzet ;

b) în timpul sulfizării anodice se manifestă fenomenul de dizolvare anodică, procedeul nefiind indicat pentru piese de mare precizie dimensională ;

c) procedeul nu poate fi aplicat pieselor care trebuie să posede rugozități sub 0,4 μm, deoarece prin el se creează în general rugozități mult mai mari.

O parte dintre aceste neajunsuri s-au înlăturat, iar alte îmbunătățiri s-au obținut prin suprapunerea peste curentul anodic a unei componente de înaltă frecvență [6]. Această componentă este aplicată sistemului piesă sare-topită (fig. 3) piesa jucînd rol de anod în circuitul curentului continuu debitat de sursa de putere 8 și reglat cu reostatul R_1. Componenta de înaltă fecvență este cuplată de la generatorul de înaltă frecvență **10** (cu frecvența variabilă între 20 Khz — 500 Khz), prin intermediul transformatorului **9**, filtrul R_2 — **C** protejînd sursa de curent continuu de componența de înaltă frecvență.

De remarcat că, prin utilizarea unui astfel de montaj, tensiunea anodică a băii a putut fi ridicată de la 2 V la 10 V, fără să apară fenomene de polarizare, care sînt de regulă însoțite de reacții de oxidare a diverșilor ioni activi conținuți în electrolit, ceea ce determină o frînare a proceselor de electrosulfizare. În același timp, densitatea curentului anodic a putut fi redusă la valori scăzute de numai 3,5 A/dm^2, rezultînd o îmbunătățire a calității stratului superficial tratat.

Folosind componenta de înaltă frecvență, s-au obținut condiții optimale, la tensiuni de 60 V și frecvență de 20 Khz, cînd la un timp de tratament de numai 8 minute s-au obținut piese de calitate superioară, cu grosimea constantă a stratului sulfizat.

Foarte important de subliniat este faptul că printr-un astfel de procedeu se diminuează extrem de mult dizolvarea anodică, iar influența tratamentului asupra rugozității inițiale a suprafețelor este neglijabilă.

Reducerea consumului de săruri la tratamente termochimice

Este cunoscut faptul că în momentul scoaterii pieselor din băile de săruri, în care au fost imersate pentru tratament termochimic, la suprafața lor rămîne o peliculă de săruri ale cărei grosime și aderență la suport depinde atît de natura sărurilor respective, cît și de temperatura băii, forma pieselor și natura acestora. Adesea, aceste pelicule se îndepărtează prin spălare cu apă, iar din apa reziduală sărurile fie se recuperează pe cale chimică cu un consum destul de ridicat de energie și substanțe, fie nu se recuperează. În ultimul caz este, însă, necesară o tratare atentă a apei reziduale pentru neutralizarea ei și evitarea poluării, ceea ce presupune alte cheltuieli de substanțe utile și de energie.

S-au conceput și realizat un procedeu și o instalație care înlătură aceste dezavantaje [7]. Instalația este prezentată în figura 4, procedeul constînd într-o dizolvare catodică a peliculei de săruri depuse pe piesă în însăși baia în care ea a fost supusă tratamentului termochimic. În acest scop se inversează polaritățile la piesă — sare topită și se stabilește un curent catodic adecvat care topește (desprinde de suport) pelicula de săruri formată.

De remarcat că prin folosirea unor intensități de curent ridicate (superioare celor folosite în timpul electrolizei), în jurul pieselor se vor forma bule (pelicule) de gaze (rezultate din descompunerea mediului lichid), care, pe de o parte, vor spori rezistența electrică a

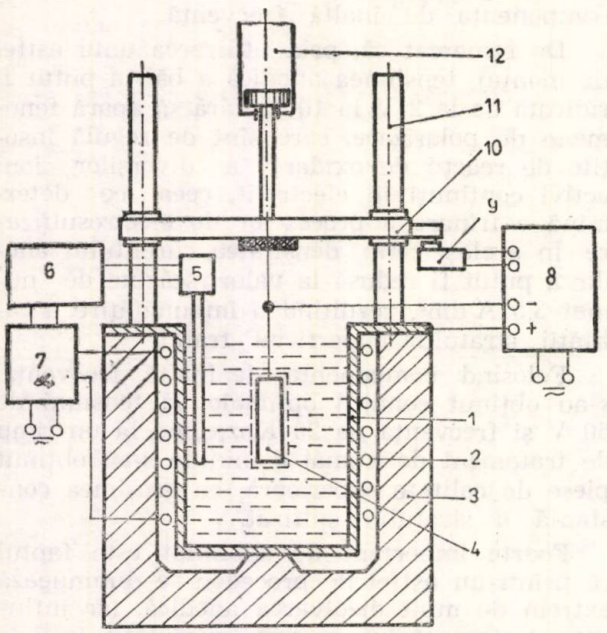


Fig. 4 Adaptări la o instalație de tratament termochimic în săruri topite, pentru realizarea unei reduceri a consumului de săruri.

limitei de separație lichid-solid, iar, pe de altă parte, prin efectul termoelectric, va crește temperatura în aceste porțiuni mărind astfel fluiditatea respectivei stări.

De notat că piesele se găsesc în această stare doar pe intervale mici de timp, de maximum 1 secundă, cît durează extracția lor din baie. În acest interval scurt de timp căldura produsă nu poate disipa în interiorul piesei (pentru a afecta eventual structura ei), ci contribuie doar la desprinderea peliculei de sare de pe piesă.

Cercetările de laborator au pus în evidență că, la tensiuni de 80—290 V (funcție de tipul sării topite din baie) și la curenți de 1—2 A/cm^2, se obțin diminuări cu 90—95% ale consumului de sare necesară tratamentului termochimic, cîștig care nu este deloc de neglijat.

Instalația realizată de noi conține pe lîngă echipamentul obișnuit (**1—7**, în fig. 4) și un dispozitiv mecanic de scos piesele din baie, format din elementul de execuție **12** care antrenează traversa mobilă **10** ghidată pe coloanele **11**. La ridicarea traversei mobile, traductorul de cursă **9** acționează închiderea circuitului curentului generat de sursa **8**, acest circuit menținîndu-se închis pînă la ieșirea pieselor din baia de săruri. În felul acesta întregul proces este automatizat și asigură o mare eficiență proceselor de tratament termochimic în băi de săruri topite.

Interpretarea rezultatelor. Concluzii.

Rezultatele înregistrate în cercetările noastre privind procedee și metode de accelerare a poceselor de sulfocanizare și de sulfizare prin tratament termochimic în băi de săruri topite trebuie interpretate sub două aspecte și anume :

a) elucidarea mecanismelor fizico-chimice intime care intervin în timpul tratamentului cu sopul optimizării lor ;

b) analiza eficienței economice și energetice a noilor procedee în raport cu cele clasice.

a. Principalele procese care pot să intervină și să condiționeze tratamentul termochimic în băi de săruri topite sînt :

disocierea *(d)* a moleculelor de sare ;

adsorbția *(A)* a unor atomi (ioni) activi din topitură la suprafața solidă a pieselor imersate în topitură ;

difuzia *(D)* a acestor atomi adsorbiți, spre interiorul fazei solide policristaline a respectivei piese.

Toate aceste procese sînt desigur complexe, dar prin influențarea vitezelor lor relative de desfășurare, tratamentul termochimic poate fi frînat sau accelerat.

Într-adevăr, dacă $v_d < v_A$, atunci numărul de atomi activi prezenți la suprafața piesei solide imersate în topitură fiind mic, adsorbția și difuzia acestor atomi în piesă vor fi procese lente și deci tratamentul termochimic se va desfășura anevoios. În schimb dacă $v_d > v_A$, la suprafața solidă vor exista atomi activi în cantități mult prea mari pentru a putea fi adsorbiți integral și apoi difuzați spre interiorul piesei. O parte dintre acești atomi vor rămîne pe suprafața probei, unde prin recombinare vor forma un strat superficial molecular care frînează desfășurarea în continuare a procesului temochimic. De remarcat că ambele aceste neajunsuri pot fi întrucîtva ameliorate de prezența vibrațiilor mecanice, deoarece prin creșterea amplitudinii acestor vibrații, dinspre punctul de încastrare al barei de rezonanță spre extremitatea din baie a acesteia (fig. 1), se realizează o bună agitație prin circulație a topiturii din baie.

În cazul în care $v_A < v_D$, difuzia atomilor spre interiorul piesei nu va fi compensată de procesul de adsorbție și de aceea vor rezulta straturi tratate de grosimi relativ mari, dar cu conținut mic în atomi de amestec. La $v_D > v_A$, se vor atinge concentrații ridicate ale acestor atomi, în intervale de timp relativ scăzute, dar numai pe straturi superficiale de grosimi mici. Astfel, devine clar că, prin influ-

enţarea celor trei procese de bază care intervin într-un tratament termochimic, se poate obţine o desfăşurare în condiţii favorabile a acestuia.

Desigur că vibraţiile mecanice (şi probabil şi cele electrice) de înaltă frecvenţă pot afecta într-o oarecare măsură şi gradul de disociere termică a moleculelor de sare topită, dar efectele stimulatoare pe care le au aceste vibraţii asupra tratamentului termochimic intervin, cu preponderenţă, credem noi, la nivelul fenomenelor de adsorbţie şi de difuzie.

Adsorbţia constă în captarea, în spaţiile libere ale suprafeţei solide (în „vacanţele" superficiale), a unor atomi, molecule sau ioni din faza lichidă, captare care se datoreşte fie forţelor de dispersie (de tip ionic sau covalent) pe care le creează multiplele neregularităţi (trase, încreţituri, vacanţe, încreţituri, vacanţe, trepte, atomi adsorbiţi, etc.) ale suprafeţei solide la nivel microscopic, fie forţele de legătură chimică. Pot interveni deci două fenomene de adsorbţie ; o adsorbţie fizică şi o chemisorbţie.

Adsorbţia fizică se realizează practic fără energie de activare, pe distanţe de 1—3 diametre atomice de la suprafaţa solidă, funcţie de fluctuaţiile cîmpului electric cristalin local, care vor fi cu atît mai mari cu cît simetria respectivei suprafeţe este mai scăzută.

Chemisorbţia se realizează la distanţe mai mici faţă de seuprafaţa solidă, ca urmre a suprapunerii orbitalilor atomici ai atomului chemisorbit peste orbitalii bazei structurii cristaline şi ea necesită o energie de activare de ordinul unui electron-volt.

De remarcat că ambele procese de absorbţie sînt complexe şi încă insuficient studiate şi cunoscute. Caracterizarea lor, din punct de vedere termodinamic, se face de regulă prin parametrii superficiali cum este de exemplu tensiunea superficială σ. Potrivit legii lui Gibbs [1] numărul de atomi adsorbiţi de unitatea de suprafaţă a unui solid, la temperatura $T = \text{ct}$ şi presiunea $P \leqslant 10\ P_a$, într-un kilomol de lichid este dat de relaţia :

$$r = \frac{dN}{dA} = -\frac{1}{RT}\left(\frac{d\sigma}{d\ln p}\right)_T \qquad (1)$$

O astfel de relaţie pune în evidenţă o creştere a lui r cu creşterea presiunii p, întrucît σ scade cu creşterea lui T şi aceasta justifică îmbunătăţirea vitezei de adsorbţie în prezenţa undelor elastice care sporesc presiunea la interfaţă solid-lichid. Dar la nivel microscopic, mărimea σ este legată, potrivit teoriei lui Bardeen [1], de adîncimea gropii de potenţial existente pentru electroni la suprafaţa metalului, groapă a cărei pereţi pot fi afectaţi într-un mod favorabil tratamentului termochimic de prezenţa cîmpului electric al componentei de înaltă frecvenţă.

Mulţi autori [1] pun mecanismul de adsorbţie pe seama specificităţii ciocnirilor atomilor de suprafaţa supusă tratamentului, aceste ciocniri fiind, de asemenea, influenţate în mod sensibil de prezenţa cîmpurilor electrice şi magnetice, respectiv prezenţa presiunii din cîmpul undelor elastice.

Prezenţa cîmpului electric de înaltă frecvenţă poate avea un efect favorabil asupra mecanismelor de adsorbţie, prin acţiunea sa de neutralizare (în semialternanţa negativă) a moleculelor ionizate active şi în general a sarcinilor negative din preajma anodului, care ar produce o desorbţie la nivelul suprafeţei acestuia.

Mult mai interesante şi mai complexe sînt fenomenele de difuzie superficială a atomilor adsorbiţi. În general, atomii adsorbiţi difuzează în structura cristalină a piesei supuse tratamentului prin mecanisme de interschimb atomic sau ionic, difuzie interstiţială, difuzia „vacanţelor" sau difuzia printre spaţiile libere dintre cristalite [12]. Toate aceste mecanisme depind de structura cristalină a piesei, de gradientul concentraţiei particulelor care difuzează conform legii lui Fick şi de alţi parametri termodinamici (temperatură, presiune etc.), dar şi de caracteristicile particulelor care difuzează. De exemplu, în cazul sulfocianizărilor, este de aşteptat să difuzeze numai C şi N în structura cristalină a piesei, deoarece razele lor ionice ($r_C = 0{,}77$ Å ; $r_N = 0{,}70$ Å) sînt apropiate de raza ionică a fierului ($r_{Fe} = 0{,}74$ Å). Sulful, a cărui rază ionică era $r_S = 1{,}09$ Å), nu este solubil în structura fierului şi de aceea există doar posibiltatea formării unor soluţii de interstiţie, în care ionii (atomii) de sulf difuzează prin intermediul vacanţelor structurii cristaline şi respectiv printre spaţiile rămase libere între cristalite. Faptul că, în cazul sulfizărilor dar şi al sulfocianizărilor, se obţin straturi cu calităţi mecanice şi structurale deosebite de ale bazei, conduce la concluzia că cel puţin pentru sulf (dar e posibil şi pentru ceilalţi atomi) suprafaţa piesei supusă tratamentului să acţioneze ca o suprafaţă activă Raney [10, 11], în care moleculele adsorbite sînt „clivate" (rupte) de acţiunea ionului metalic Fe^{2+} punîndu-se în libertate sulful atomic (probabil şi ceilalţi atomi utili tratamentului) care difuzează spre interiorul piesei, iar resturile moleculare sînt restituite mediului lichid. Un astfel de mecanism de înglobare a sulfului în straturi subţiri de fier a fost pus în evidenţă pentru cazul moleculelor de tiouree [12].

Desigur că în prezența unui asemenea proces, prezența vibrațiilor mecanice sau electromagnetice de joasă sau înaltă frecvență va juca un rol esențial în îndepărtarea resturilor moleculare de pe suprafața piesei supuse tratamentului, resturi care inhibă procesul de absorbție. La sulfocianizare, atomii de C și N pot difuza prin mecanisme de interschimb sau prin difuzia vacanțelor, ultimul fiind desigur preponderent așa încît atomii adăugați suprafeței tratate intră în structura ei cristalină, modificîndu-i apreciabil proprietățile fizico-mecanice. În cazul sulfului, la concentrații nu prea mari (sub 10—12 % S), se formează soluții solide de interstiții metastabile omogene; la concentrații mai mari sulful se poate găsi și în stare amorfă, atît în spațiile dintre cristale, cît și în interiorul structurii cristaline a bazei. Nu sînt excluse însă nici posibilitățile de formare a unor compuși cristalini de forma Fe_3S_4 cu structura h.c sau de forma Fe_9S_8 cu structura c.f.c care apare de regulă prin tratament termic [12].

b. Referitor la al doilea aspect **concluziile** ce se pot formula **sînt prezentate sinoptic în figurile 5 și 6** pentru o instalație de sulfocianizare prin tratament termochimic, de 4 kW. Datele din figura 5 se referă la tratamentul termochimic de sulfocianizare aplicat sculelor din oțel rapid, iar cele din figura 6 la procese de sulfizare.

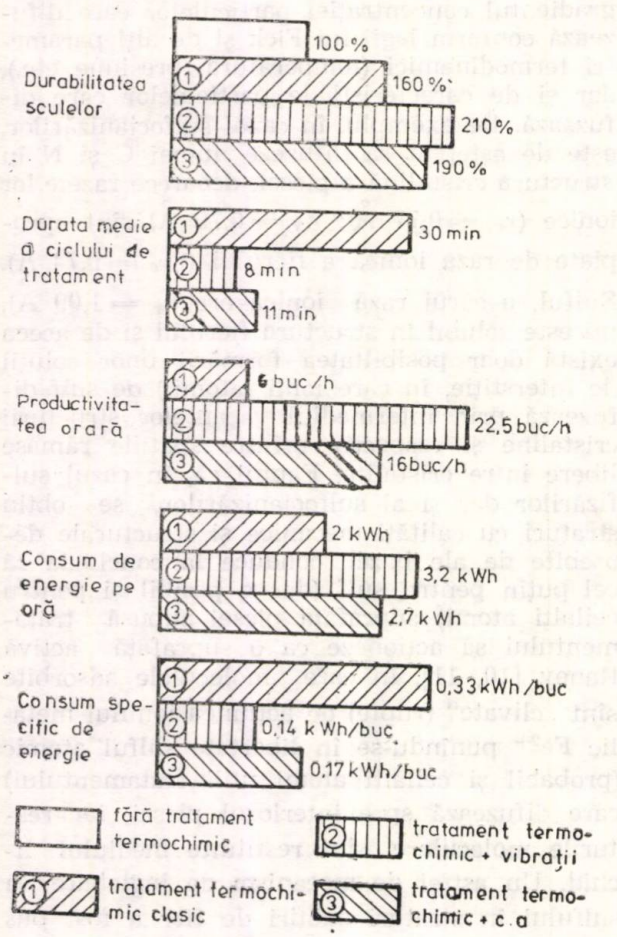


Fig. 5 Analiza eficienței procedeelor de sulfocianurare a sculelor din oțeluri rapide.

Datele prezentate în figura 5 scot în evidență necesitatea aplicării tratamentului termochimic care, indiferent de varianta tehnologică folosită, mărește considerabil durabilitatea sculelor respective. Dar varianta clasică

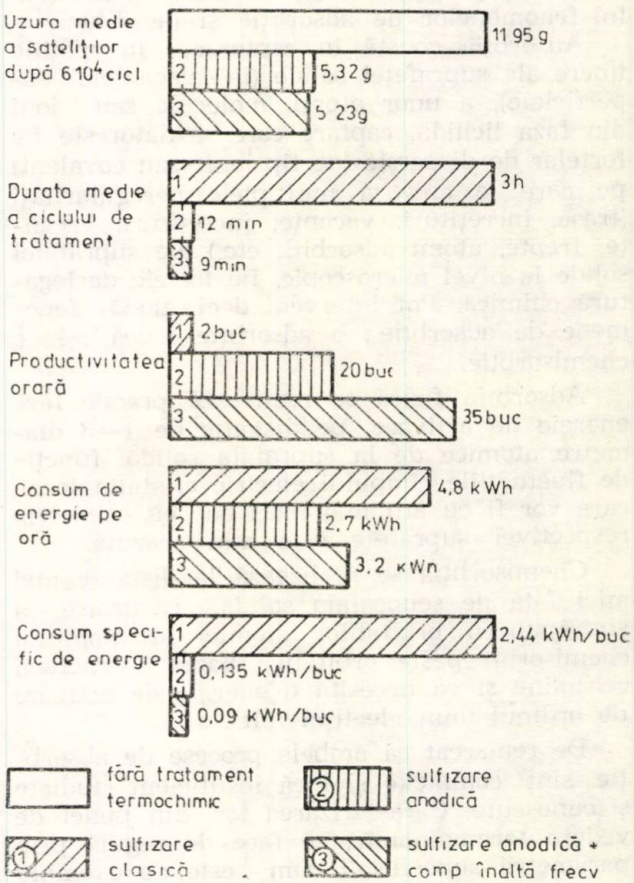


Fig. 6 Analiza eficienței procedeelor de sulfizare a sateliților din transmisia tractoarelor.

de tratament prezintă o eficiență economică redusă, datorită duratei lungi a ciclului de tratare și consumului specific ridicat de săruri și energie. În cazul variantei cu baie de săruri topite, supusă unor vibrații mecanice, consumul specific de energie se reduce simțitor, dar sînt necesare cîteva componente suplimentare în realizarea instalațiilor de termosulfocianizare (fig. 1), față de instalațiile clasice. Dacă aceste anexe de aparatură lipsesc, este indicată varianta în care stimularea tratamentului termochimic se realizează cu ajutorul curentului electric alternativ, în care caz modificările ce trebuie aduse băilor obișnuite sînt simple și ușor de realizat.

În figura 6 este prezentată sintetizat analiza eficienței procedeelor de sulfizare. Se remarcă și în acest caz că sulfizarea este un tratament termochimic necesar, deoarece el realizează o accentuată reducere a gradului de uzură a pieselor. Studiul comparativ al procedeelor de sulfizare prin tratament termochimic clasic — sulfizare anodică și sulfizare anodică cu suprapunerea componentei de înaltă frecvență, aplicate la roți dințate satelite din transmisia tractoarelor, scoate în evidență superioritatea procedeului de sulfizare anodică

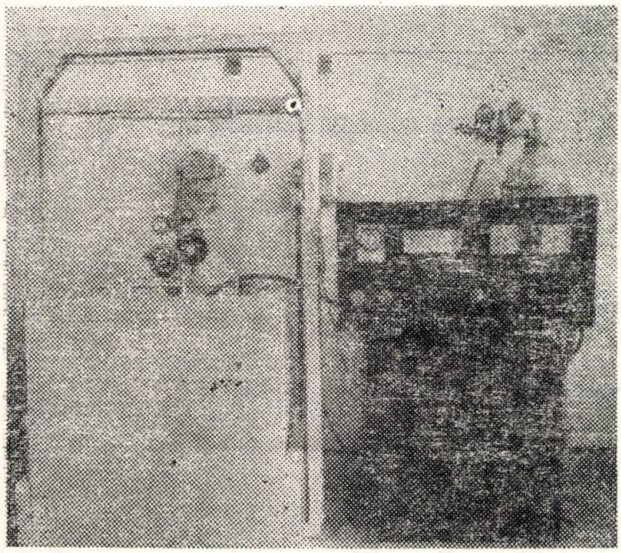


Fig. 7 Instalație experimentală pentru tratamente termochimice accelerate, efectuate la temperaturi scăzute.

cu suprapunerea componentei de înaltă frecvență, care se distinge prin consumuri specifice de energie minime, chiar și în condițiile în care consumul orar de energie este mai ridicat decît în cazul sulfizării anodice simple.

Cercetările întreprinse sînt continuate în condiții semiindustriale pe o instalație de tratament termochimic la temperaturi scăzute (fig. 7) proiectată și realizată la Universitatea din Brașov.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Manguin, E. O., O'Tode, C. P.*: Phisics in Industry, Pergamon Press, 1976.

[2] *Belenki, A. Ia.*: Uspehi, Fiz Nauk, 124, 1981.

[3] *Giacomelli, I., Luca, V., Bot, D.*: Brevet de invenție 73242. Procedeu și instalație pentru tratament termochimic, 1980.

[4] *Bot, D., Giacomelli, I., Luca, V.*: Brevet de invenție 74191. Procedeu pentru reducerea cantităților de austenită reziduală din oțeluri, 1980.

[5] *Giacomelli, I., Drăghici, G., Bot, D.*: Brevet de invenție 74842. Procedeu și instalație pentru tratament termochimic, 1980.

[6] *Șerban, C., Tudoran, P., Andreescu, F., Luca, V., Forje, A., Stratulat, V.*: Brevet de invenție 79474. Procedeu și instalație pentru accelerarea tratamentelor termochimice cu curenți anodici în băi de săruri, 1982.

[7] *Luca, V., Șerban, C., Andreescu, F., Tudoran, P., Giacomelli, I., Bot, D., Forje, A.*: Brevet de invenție 79475. Procedeu și instalație pentru reducerea consumului de săruri la tratamentele termochimice efectuate în băi de săruri, 1982.

[8] *Șerban, C., Tudoran, P., Luca, V., Andreescu, F.*: Cercetări privind stabilirea regimului de sulfizare anodică la temperaturi joase a oțelurilor carbon și slab aliate. „Construcția de mașini", nr. 3/1982, pag. 123—126.

[9] *Tudoran, P., Șerban, C., Andreescu, F., Luca, V.*: Instalație automatizată cu eficiență energetică ridicată pentru tratamentele termochimice în băi de săruri. Lucrările sesiunii științifice : Tehnologii actuale și de perspectivă, implicații tehnice și umane C.S.T.T. Brașov, 25—27 aprilie 1980, vol. I, pag. 299—305.

[10] *Sallo, J. S., Kivel, S., Albus, F. C.*: Electrochem Soc. 110, 890, 1963.

[11] *Kivel, J., Sallo, S. J.*: Electrochem Soc., 112, 1201, 1965.

[12] *Wert, C. A., Thomson, R. M.*: Phisics of Solids, Mc Grow—Hill Book Company, 1964.

CZ : 541.11

Contribuții la reducerea consumurilor de energie și oțeluri aliate prin aplicarea nitrurării în cuptorul cu strat fluidizat

Ing. Maria SABAC — I.C.S.I.T.P.S.C. București

În prezenta lucrare sînt descrise condițiile specifice de desfășurare a nitrurării în cuptorul cu strat fluidizat, în regim de strat fix. Rezultatele obținute prin aplicarea acestei tehnologii sînt analizate atît din punct de vedere al caracteristicilor stratului nitrurat, cît și din punct de vedere al comportării în exploatare a pieselor tratate.

Cuptorul cu strat fluidizat folosit pentru experimentări are schema de principiu prezen-

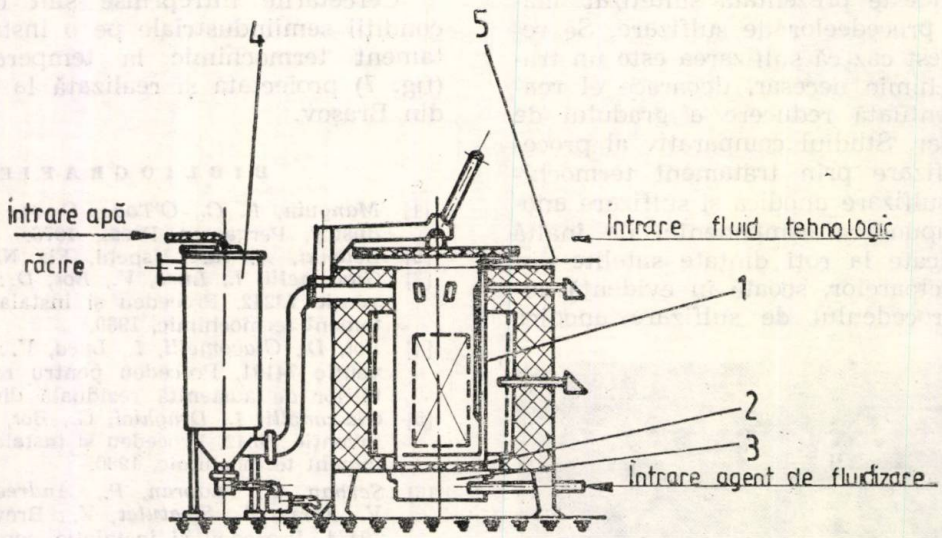
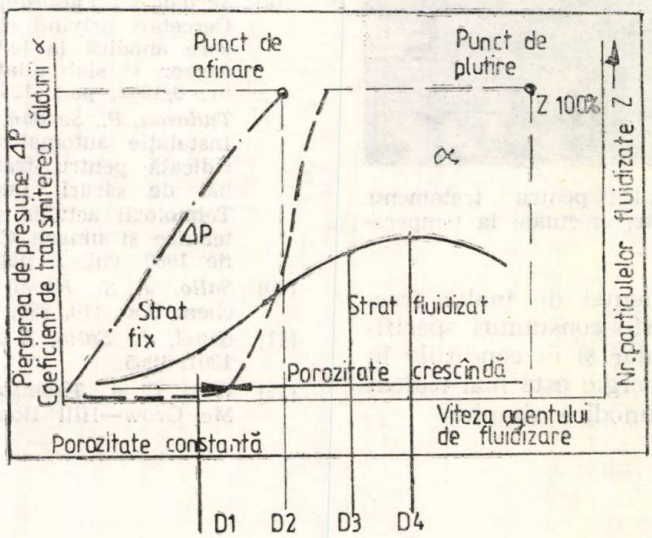


Fig. 1 Schema de principiu a cuptorului de tratament termic și termochimic la temperaturi joase.

1 — retortă ; 2 — placă de fluidizare ; 3 — cutie de fluidizare ; 4 — vas de reținere a particulelor ; 5 — dispozitiv de introducere a fluidelor tehnologice..



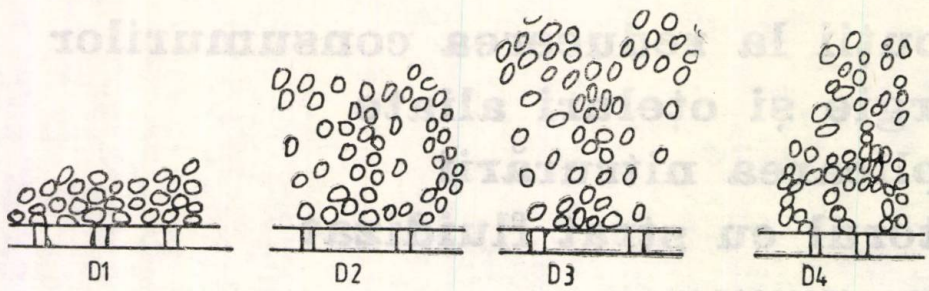


Fig. 2

tată în figura 1 [1]. În retorta încălzită cu rezistori electrici exteriori, se află materialul granular : nisip (0,1—0,2 mm) ce va constitui stratul fluidizat. Acesta este adus în stare de fluidizare pe parcursul perioadei de încălzire, prin trecerea unui curent de gaz (aer) prin placa de fluidizare. Prin dispozitivul distribuitor se introduce gazul tehnologic (amoniac), pe parcursul perioadei de menținere la nitrurare.

Încălzirea șarjei, în vederea tratamentului termochimic de nitrurare, se face în regim de strat fluidizat, la debite ale agentului de fluidizare ce asigură o valoare maximă a coeficientului de transmitere a căldurii α.

Nitrurarea se produce în curent de amoniac, după ce piesele au fost încălzite la temperatura de regim. Amoniacul, introdus în spațiul de lucru prin dispozitivul distribuitor, este preîncălzit și disociat la temperatura de regim, datorită amplasării brațului distribuitorului în vecinătatea retortei. Debitul de amoniac reprezintă maximum 7 % din valoarea debitului pentru fluidizare optimă la temperatura respectivă. În această situație, conform figurii 2, materialul granular din retortă se comportă ca un strat fix, cu porozitate constantă, asigurînd astfel o distribuție uniformă a gazului tehnologic pe unitatea de volum și în unitatea de timp [2].

Procesul de nitrurare efectuat în aceste condiții (încălzire în condiții de strat fluidizat și menținere la temperatura de nitrurare în condiții de strat fix), prezintă următoarele caracteristici :

A. O accelerare a desfășurării procesului datorită :

— depasivității suprafeței piesei de tratat în timpul încălzirii în strat fluidizat ;

— încălzirii rapide cu α maxim ;

— accelerării vitezei de formare a stratului nitrurat, condiționată de mărirea concentrației de element activ la suprafața piesei de tratat [N].

În cadrul nitrurării gazoase a aceluiași oțel, în condiții de temperatură, timp, grad de disociere, date, adîncimea de strat nitrurat va depinde de $[N_2]$ concentrația de element activ la suprafața piesei [3]

$$\xi^2 = \frac{2[N_2]}{r(\mathcal{X})} D \cdot t \ [\text{cm}^2]$$

unde :

ξ — adîncime strat nitrurat [cm] ;

$[N_2]$ — concentrație de element activ la suprafața piesei de tratat [atomi %];

r — rata azotului și a elementelor de aliere în faza de nitrură

$[X]$ — concentrația elementelor de aliere în oțel [atomi %] ;

D — coeficient de difuzie [$\text{cm}^2\ \text{sec}^{-1}$]

t — timp [sec].

Concentrația de element activ la suprafața piesei de tratat $[N]$ este dependentă de relația dintre valoarea coeficientului de transfer de masă, în faza gazoasă h_g a speciei active (NH^-, NH_2^-, N_2^-), prin stratul de gaz limită la suprafața piesei δ, și valoarea constantei vitezei de reacție de suprafață K_s, între specia activă din gazul tehnologic și suprafața materialului de tratat [4] ; [5] (fig. 3). Procesul va decurge cu viteză maximă și în condiții de

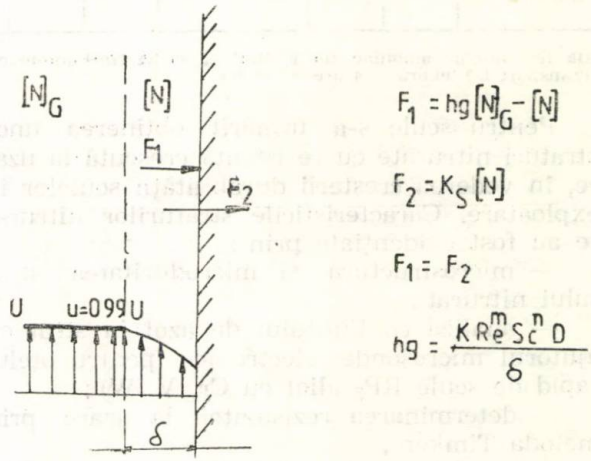


Fig. 3

F_1 — fluxul de element activ din volumul gazului la suprafața piesei ;

F_2 — fluxul de element activ consumat în reacția de formare a stratului ;

$[N]G$ — concentrația de element activ în volumul de gaz ;

$[N]$ — concentrația de element activ la suprafața piesei ;

hg — coeficientul de transfer de masă în faza gazoasă ;

Kg — constanta vitezei de reacție chimică la suprafață ;

Re — numărul Reynolds

Sc — numărul Schmitd

au valori în funcție de gradul de turbulență și de viteza de curgere a gazului

D — coeficientul de difuzie al elementului activ în gaz ;

δ — valoarea grosimii stratului limită de gaz la suprafața piesei.

utilizare rațională a gazului tehnologic, la debite ale amoniacului în domeniul stratului fix pentru care se obține o valoare a grosimii stratului limită δ astfel încît $h_g = K_s$.

B. Desfășurarea procesului de nitrurare în condiții de reproductibilitate, datorită uniformității temperaturii în zona de lucru și a uniformității repartiției gazului tehnologic pe unitatea de volum și în unitatea de timp.

C. Asigurarea unui consum minim de gaz tehnologic și energie electrică (tabel 1 și 2).

Experimentările în vederea stabilirii parametrilor tehnologici (temperatură, debite, durată menținere, temperaturi reglaj rezistori), pentru nitrurarea în cuptorul cu strat fluidizat, au fost făcute pe oțeluri de scule și oțeluri de îmbunătățire.

Calculul economic comparativ pentru nitrurare de lungă durată pentru organe de mașini

Tabelul 1

Tip nitrurare	Masa șarjei [kg]	Adîncime strat [μm]	Durata ciclu [h]			Consum energetic [kWh]		Consum gaze tehnolo [Nm³/h]			Consumuri specifice [kg]			Cheltuieli totale
			Purjare	Încălzire	Menținere palier	Încălzire	Menținere palier	Purjare		Palier	kWh/kg	NH_3 [Nm³/kg]	lei transport kg	
								N_2	NH_3	NH_3				
Nitrurare în strat fluidizate	25	300	0,1	0,25	20	20	15	9	—	0,8×10 0,3×10	12	0,4	—	20 lei/kg
Nitrurare gazoasă	150	300	4	6	40	60	40	—	12	0,6	14	0,21	10	22,6 lei/kg

240 lei butelia amoniac de 6 Nm³ → 40 lei Nm³ amoniac → 1 kWh 0,30 lei
Transport 150 lei/oră × 4 ore = 600 lei

Pentru scule s-a urmărit obținerea unor straturi nitrurate cu rezistență crescută la uzare, în vederea creșterii durabilității sculelor în exploatare. Caracteristicile straturilor nitrurate au fost evidențiate prin :

— microstructura și microduritatea stratului nitrurat ;

— analiza conținutului de azot în strat cu ajutorul microsondei electronice (pentru oțelul rapid de scule RP_3 aliat cu Cr, V, W) ;

— determinarea rezistenței la uzare prin metoda Timken ;

— morfologia stratului nitrurat pe profilul muchiei active a sculei în funcție de tipodimensiunea reperului.

Pentru oțelul de scule RP_3 cu 0,7—0,8 % C, 3,6—4,4 % Cr, 17,5—19,5 % W și 1—1,4 % V, nitrurat, după durate de menținere la nitrurare între 5—45 minute, s-au obținut straturi nitrurate cu adîncimi cuprinse între 0,012—0,050 mm. În figura 4 este prezentată microstructura, variația conținutului de azot și variația microdurității stratului nitrurat cu adîncime de 0,050 mm. Se observă că stratul nitrurat este constituit numai din zona de difuzie și nu au apărut, chiar la această adîncime de strat nitrurat, constituenți fragili. Indicele de uzare $1/\Delta n$ [g^{-1}] a crescut cu 38 % față de indicele de uzare a materialului în stare călit și revenit, iar coeficientul de frecare a scăzut de la 0,128 la 0,088.

Urmărirea în exploatare, din punct de vedere al durabilității, a unor scule așchietoare nitrurate (freze unghiulare, alezoare, freze cilindrofrontale etc.), cu adîncimea de strat aleasă în funcție de tipodimensiunea sculei și variind între 0,015—0,030 mm (fig. 5), a pus în evidență creșterea durabilității sculelor în medie cu 250 %, în condițiile unor regimuri de așchiere intensive.

Pentru oțelul V C W 85, (0,25—0,35 % C ; 2,2—2,7 % Cr ; 7,5—9,5 % W ; 0,2—0,5 % V), folosit pentru confecționare de matrițe de lucru la cald și pentru valțuri profilate, s-au obținut (după nitrurare în cuptorul cu strat

Calculul economic comparativ pentru nitrurarea sculelor

Tabelul 2

Tip nitrurare	Masa șarjei [kg]	Durata ciclu [min]	Consumuri energetice [kWh]		Consumuri materiale tehnologice			Consumuri specifice [kg piesă tratată]		
			Încălzire	Menținere	N_2 [Nm³/h]	NH_3 [Nm³/h]	sare [kg/șarjă]	kWh/kg	NH_3 [Nm³/h]	sare [kg/kg]
Nitrurare în strat fluidizat	25	45	20	15	9	0,8	—	0,65	0,03	—
Nitrurare în baie de sare	15	45	35	25,5	—	—	30	1,245	—	2

40 lei/Nm³ amoniac
2 lei/kg sare pentru nitrurare
0,30 lei/1 kWh

fluidizat), la debite de amoniac în domeniul stratului fix și la durate de menținere la nitrurare cuprinse între 5—30 minute, straturi

Pentru oțelul de scule înalt aliat cu crom (C—1,47 %; Cr—11,2 %; V—0,06 %), utilizat la confecționarea de plăci matrița și poansoa-

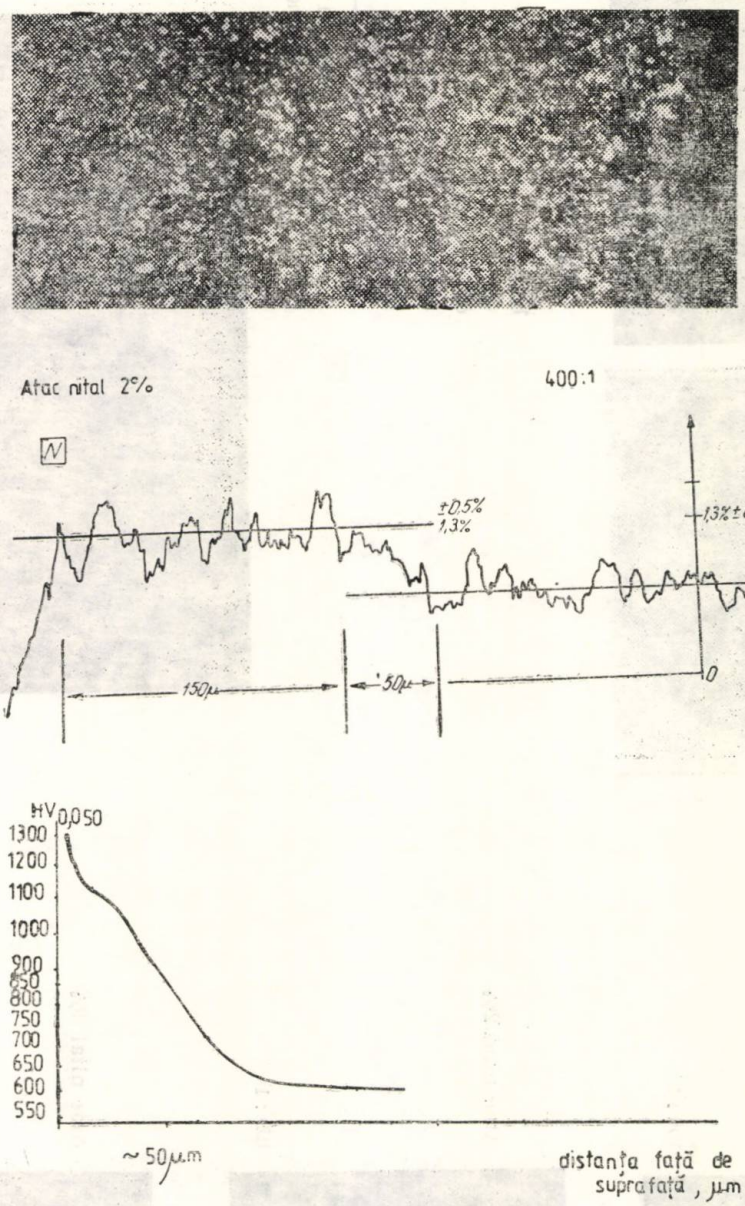
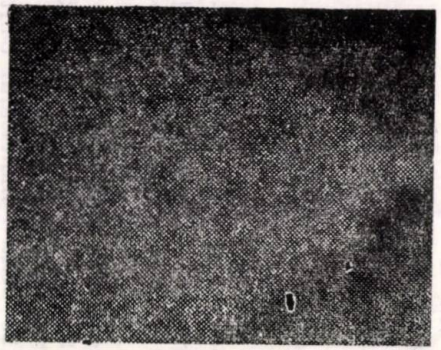


Fig. 4

nitrurate continue, cu adîncime uniformă pe tot profilul activ al sculei, constituite numai din zona de difuzie și cu microduritatea maximă în strat 1100 Hv 0,05 (fig. 6). Adîncimea acestora este cuprinsă între 0,007 mm și 0,03 mm. Creșterea indicelui de uzură $\frac{1}{\Delta m}$ [g^{-1}] este de 44,75 % față de oțelul călit și revenit, coeficientul de frecare a scăzut de la 0,116 la 0,09. Creșterea medie de durabilitate în exploatare a fost în medie de 200 %.

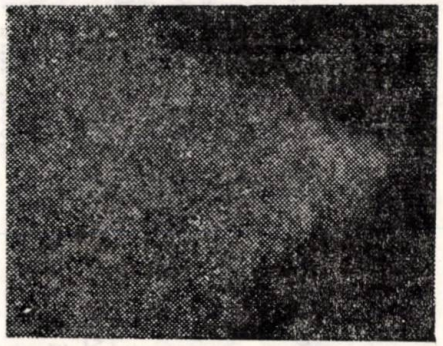
ne, s-au experimentat regimuri de nitrurare plecînd atît de la starea călit-revenit, cît și de la starea călit în trepte.

Straturile nitrurate obținute după durate de menținere între 30—360 minute au adîncimi cuprinse între 0,005—0,05 mm. Indicele de uzare este maxim pentru straturile constituite numai din zona de difuzie (fig. 7) și cu o microduritate maximă în strat H_v = 0,05——1100. Coeficientul de frecare a scăzut la 0,085, față de 0,125 pentru materialul călit și revenit. Creșterea de durabilitate a ștanțelor astfel tratate a fost în medie de 300%.



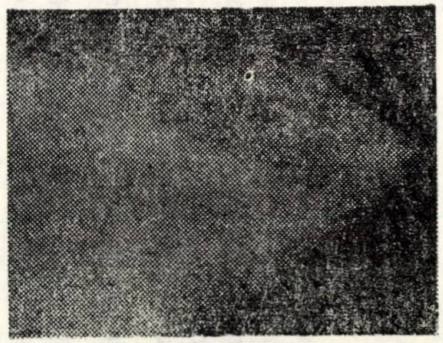
Atac nital 2%

100 : 1



Atac nital 2%

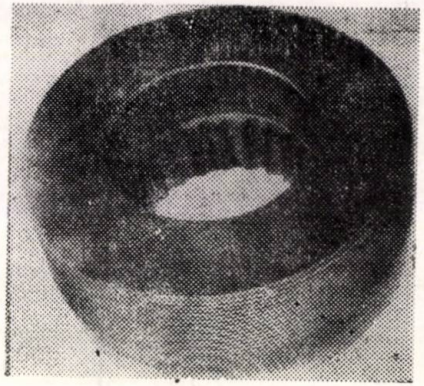
100 : 1

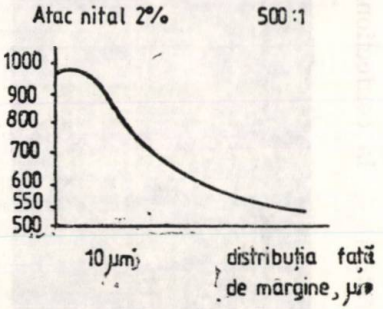


Atac nital 2%

100 : 1

Fig. 5





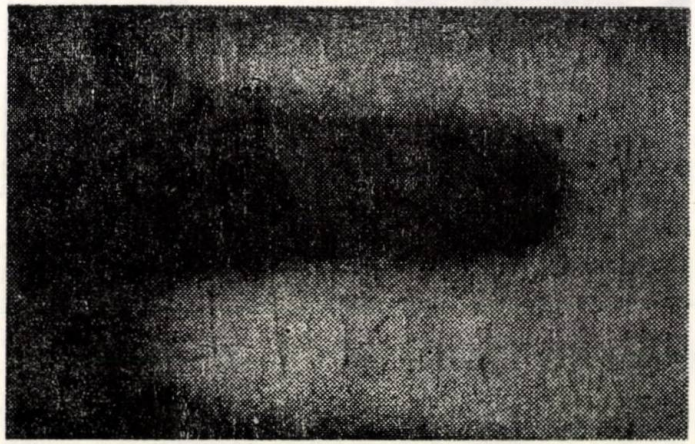
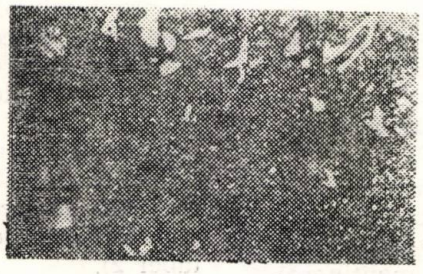


Fig. 6

Stabilirea condițiilor tehnologice de nitrurare în cuptorul cu strat fluidizat, pentru organe de mașini de tip ax și ax cu pinion din

trepte de temperatură, cu scăderea debitului de amoniac în treapta a 2-a și reducerea duratei procesului.



C120
nitrurat

Atac Villela 500:1

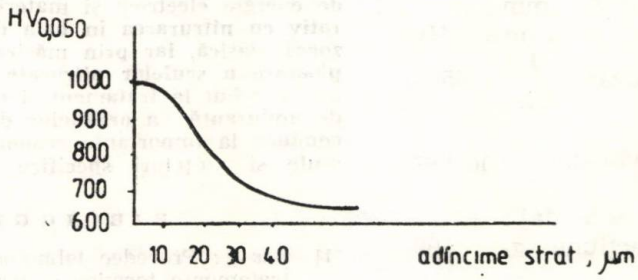
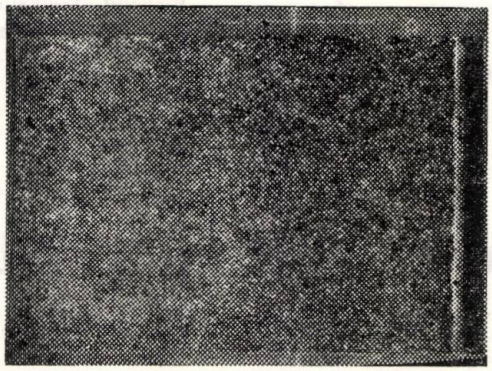


Fig. 7

oțel de îmbunătățire 41 Mo Cr 11 (0,38—0,45% C ; 0,4—0,8 % Mn ; 0,15—0,3 % Mo ; 0,9—1,3 % Cr), a avut în vedere realizarea unor cicluri de nitrurare într-o singură treaptă sau în două

Încălzirea se face în condiții de fluidizare optimă cu aer, iar menținerea la temperatura de regim se face în curent de amoniac, în regim de strat fix.



Atac nital 2% 200:1

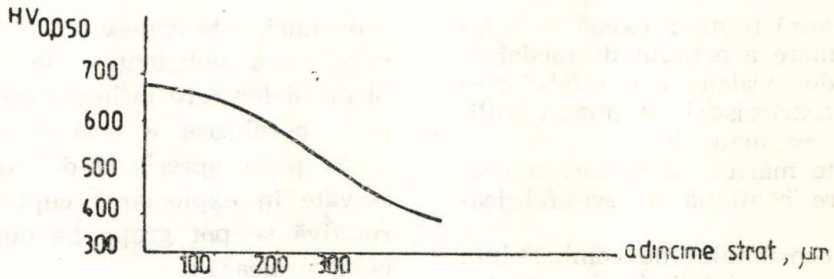


Fig. 8

Uniformizarea temperaturii se face în condiții de fluidizare optimă, cu azot circa 1 minut, atît la schimbarea treptei de temperatură, cît și în cadrul aceleiași trepte la interval de circa 3 ore.

Aplicînd nitrurarea în două trepte s-a urmărit obținerea unor straturi nitrurate constituite din : zona ε sau γ' (nonofazate) și zona de difuzie, straturi care asigură rezistențele optime la oboseală și uzură.

S-a obținut, astfel, prin aplicarea niturării în regim de strat fix, în două trepte de temperatură (treapta I-a : 520°C — 10 ore menținere ; treapta II-a : 540°C — 10 ore menținere), un strat nitrurat cu următoarele caracteristici :

microstructură și microduritate (fig. 8), adîncime strat $\varepsilon = 0{,}012$ mm ;

adîncime strat difuzie circa 0,4 mm ;

microduritate maximă în strat 668 Hv 0,050 ; valoarea indicelui de uzare $\frac{1}{\Delta m} = 6500$ [g^{-1}] ;

valoarea rezistenței la oboseală $\sigma_{10^{-1}} = 85$ daN/mm² ;

tenacitatea KV (charpy) $\simeq 5$ daj ;

valoarea rezistenței la tracțiune $\sigma_r = 109$ daN/mm².

Nitrurarea de lungă durată, în regim de strat fix, conduce la un consum minim de energie și gaze tehnologice (NH_3N_2), tab. 1.

Pierderile de căldură, ce trebuie acoperite prin reglajul temperaturii la rezistori, sînt minime (datorate radiației prin zidăria cuptorului și cantității de căldură preluate de gazul tehnologic evacuat). Cum, în aceste condiții, debitul de gaz tehnologic reprezintă mai puțin de 7% din valoarea debitului pentru fluidizare optimă, cantitatea de căldură evacuată de gazul tehnologic scade în aceeași proporție, ceea ce conduce la o scădere a levată a temperaturii de reglaj a rezistorilor.

Consumul de energie electrică este cu circa 50% mai mic, comparativ cu cianizarea la temperatură joasă în baie de sare, iar durata ciclurilor de nitrurare pentru organele de mașini este cu circa 50% mai mică decît în cuptoarele clasice de nitrurare gazoasă (tabel 1 și tabel 2).

Utilizarea cuptorului cu strat fluidizat pentru realizarea nitrurării în trepte a organelor de mașini, în regim de strat fix, prezintă avantajul unui control strict al procesului, al realizării unei economii de energie electrică și materiale tehnologice, comparativ cu nitrurarea în baia de sare și nitrurare gazoasă clasică, iar prin mărirea durabilității în exploatare a sculelor nitrurate, prin eliminarea riscului de rebut la tratament și creșterea caracteristicilor de anduranță a organelor de mașini, astfel tratate, conduce la importante economii de oțeluri aliate de scule și oțeluri specifice de nitrurare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *x x x* : Procedee tehnologice și instalație pentru tratamente termice și termochimice în strat fluidizat la temperaturi joase. Lucrare 4337/1982, I.C.S.I.T.P.S.C.

[2] *Schneider, A.* : Utilizarea tehnicii straturilor turbionare pentru tratamentul termic.

[3] *x x x* : Source Book on Nitriding A.S.M. Engineering bookshelf/77.

[4] *Bird, E.* : Transport phenomena.

[5] *Schlichting H.* : Boundary Layer Theory Mc Graw Hil Book Co. Inc. New York 1955.

CZ : 66.041.491

Îmbunătățirea constructivă și funcțională a cuptoarelor cu vatra rotativă

Dr. ing. Francisc **LAMMERT**, ing. Constantin **DRIG** — Întreprinderea de vagoane Arad

Cuptoarele cu vatră rotativă există în dotarea forjelor, ca urmare a acțiunii de modernizare a procesului de încălzire a semifabricatelor. Principalele caracteristici ce impun utilizarea lor pot fi rezumate în :

— productivitate mărită, ca urmare a procesului de încălzire continuă a semifabricatelor ;

— micșorarea consumului de combustibil ;

— posibilitatea mecanizării fazelor de încărcare-descărcare a semifabricatelor, în spațiul de încălzire.

Eficiența utilizării acestor agregate de încălzire, exprimată prin indicatorii tehnico-economici, este cunoscută, astfel că se vor examina unele deficiențe ivite pe parcursul exploatării lor care influențează negativ procesul de generalizare a acestor utilaje.

Se poate aprecia că deficiențele majore observate în exploatarea cuptoarelor cu vatră rotativă se pot grupa pe două categori după cum urmează :

— deficiențe ale sistemului de încărcare-descărcare al semifabricatelor ;

— deficiențe constructive ale cuptorului (vatră, pereți, boltă, evacuare gaze arse).

Se vor prezenta soluțiile ce pot fi aplicate în scopul eliminării totale sau parțiale a acestor deficiențe avînd ca scop final păstrarea performanțelor acestor utilaje.

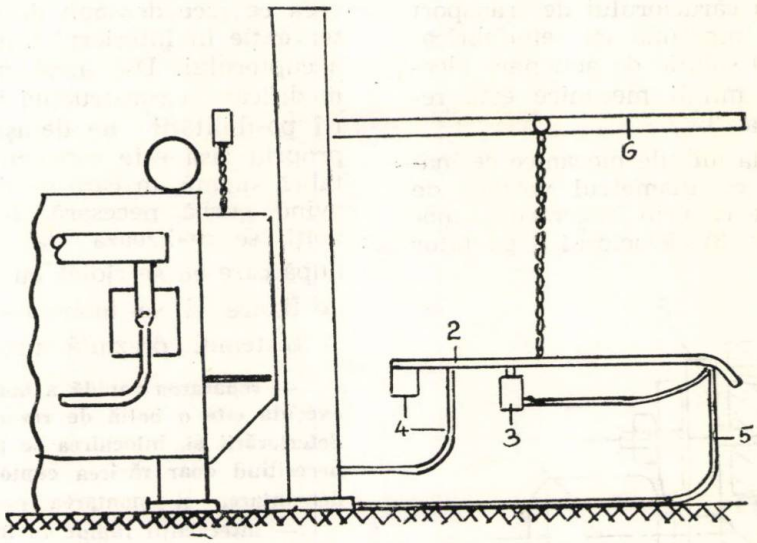


Fig. 1 Ansamblul mîinii mecanice cu îmbunătățirea sistemului de prindere al semifabricatului.
1 — cuptor ; 2 — brațul mîinii mecanice ; 3 — cilindru pneumatic de ajutare a strîngerii semifabricatului ; 4 — furtun de apă pentru răcirea brațului mîinii mecanice ; 5 — furtun de aer pentru acționarea cilindrului pneumatic.

Încărcarea semifabricatelor reci, în spațiul de încălzire, respectiv scoaterea celor calde pentru procesul de forjare, se efectuează la majoritatea cuptoarelor cu ajutorul mîinii mecanice. Se utilizează două tipuri de astfel de mîini mecanice :

— cu strîngerea manuală a semifabricatului (I.A. Pitești, I.O.B. Balș), sistem aplicabil semifabricatelor cu masa pînă la 25 kg ;

— cu strîngerea pneumatică a semifabricatului, pentru semifabricate cu masa de maximum 50 kg (Int. Vagoane Arad, Intr. „1 Mai" Ploiești).

Pentru dispozitivele de încărcare-descărcare cu prindere manuală a semifabricatelor principala deficiență constă în forța insuficientă pentru menținerea în clește a semifabricatului (îndeosebi în stare caldă, cînd coeficientul de frecare semifabricat-clește, scade). Această carență conduce la necesitatea măririi forței de apăsare pe coarnele brațelor de strîngere și determină o obosire prematură a operatorului.

Deficiența se poate elimina cu ajutorul unui cilindru pneumatic ce se montează sub brațul mîinii mecanice (fig. 1 — poz. 3). Cilindrul pneumatic are un diametru interior cuprins între 100 și 140 mm, înălțimea 200—240 mm, presiunea interioară a aerului comprimat fiind de 6 bari. Cursa de lucru trebuie să fie mică, între 40 și 60 mm. Destrîngerea (eliberarea) semifabricatului se realizează cu ajutorul unor arcuri spirale (fig. 2 poz. 3). Forța creată de pistonul **1**, prin sistemul de pîrghii **2**, efectuează strîngerea și destrîngerea semifabricatului **4**. Procedeul este eficientă pentru că efectuează o multiplicare a forței de strîngere, reducînd efortul manual. Dato-

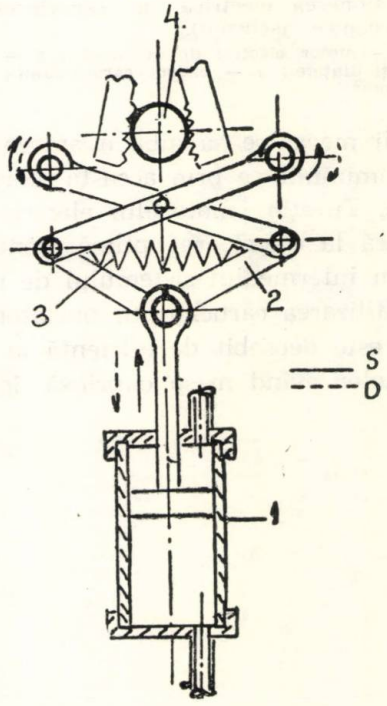


Fig. 2 Dispozitivul de amplificare al forței de strîngere al semifabricatului (schemă).
1 — cilindru pneumatic ; 2 — brațe de articulație ; 3 — arc de readucere; 4 — semifabricat ; (S = strîngerea semifabricatului ; D = destrîngerea semifabricatului).

rită greutății reduse dispozitivul nu afectează manevrabilitatea mîinii mecanice.

La mîinile mecanice cu acționare pneumatică a fălcii de strîngere, această problemă nu se mai pune ; în schimb aici apare dificultatea manevrării greoaie a căruciorului de transport al mîinii mecanice, împreună cu semifabricatul pentru forjare. O soluție de acționare electrică a căruciorului mîinii mecanice este reprezentată în figura 3.

Sistemul utilizat la mîinile mecanice ce manevrează cuptoarele cu diametrul vetrei de 1,9 și 2,6 m, permite ca prin intermediul motorului electric **1** (fig. 3) căruciorul **3** purtător

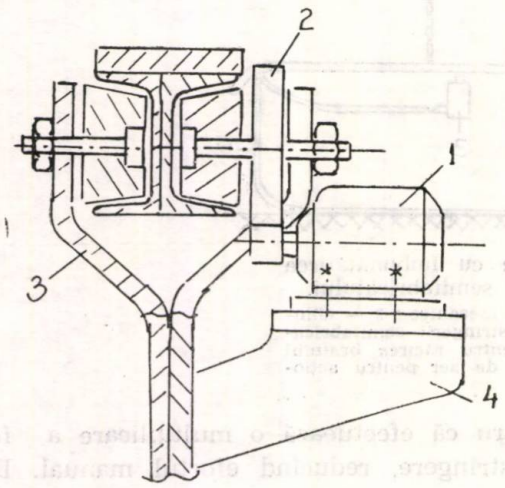


Fig. 3 Acționarea electrică a căruciorului mîinii mecanice (schemă).

1 — motor electric de acționare ; 2 — reductor cu roți dințate ; 3 — cadrul căruciorului ; 4 — suport motor.

al mîinii mecanice să aibă o antrenare electrică, eliminîndu-se prin aceasta efortul manual greoi. Turația motorului electric **1** se demultiplică la o valoare optimă, pentru cărucior prin intermediul sistemului de roți dințate. **2.** Utilizarea căruciorului purtător antrenat electric este deosebit de eficientă la manevrarea pieselor avînd masa cuprinsă între 40 . . . 80 kg.

Deficiențele principale care apar la partea constructivă a cuptorului se referă la boltă și reparațiile la partea interioară a cuptorului.

Majoritatea cuptoarelor cu vatră rotativă au bolta executată în variantă suspendată, ceea ce face deosebit de grea o eventuală intervenție în interiorul sau la partea inferioară a cuptorului. Din acest motiv, s-a efectuat o modificare a construcției bolții, în sensul creării posibilității de detașare a acesteia. Bolta propriu zisă este construită dintr-o ramă metalică sudată, în care se zidește bolta pe cofraj avînd curbă necesară. Întreaga construcție a bolții se realizează la sol (inclusiv uscarea), după care ea se ridică cu ajutorul unor ochiuri de fixare și se montează pe cuptor.

Sistemul prezintă următoarele **avantaje :**

— repararea rapidă a bolții. Este posibil de a se executa cîte o boltă de rezervă astfel că, în cazul deteriorării ei, înlocuirea se poate face în cîteva ore necesitînd doar răcirea cuptorului pentru a permite demontarea și montarea noii bolte ;

— intervenții rapide în interiorul sau sub cuptor fără necesitatea desfacerii bolții.

Legat de problema reutilizării căldurii gazelor arse este posibil ca la ieșirea din recuperator să se monteze un preîncălzitor de apă. Astfel, la cuptorul cu vatră rotativă cu $D =$ = 2,6 m, înainte de evacuare, gazele arse sînt trecute printr-un preîncălzitor de apă ce se utilizează la băile de spălare ale muncitorilor din schimb. Temperatura apei poate atinge 40 . . . 50°C.

Prezenta lucrare a avut ca scop reliefarea unor soluții menite ca prin aplicare să conducă la îmbunătățirea funcționării acestor utilaje de încălzire soluții care, desigur, nu epuizează posibilitățile existente.

Utilizarea cuptoarelor cu vatră rotativă ridică încă multe discuții cu argumente pro și contra, dar realitatea este că, pînă în prezent, sînt singurele utilaje de încălzire care au reușit să îmbine, la un loc, productivitatea, calitatea încălzirii și consumul redus de combustibil.

CZ : 620.179.16

Dispozitiv automat pentru controlul cu ultrasunete al pieselor forjate tip inel

Ing. P. **PETCULESCU**, ing. V. **CIUPINĂ**, ing. I. **LUNGU** — Institutul de Învățămînt Superior Constanța

Introducere

Căutarea permanentă a modernizării metodelor de control cu ultrasunete, a reducerii efortului fizic, a reducerii „timpilor morți" și totodată a eliminării erorilor și a creșterii siguranței controlului, elemente care sînt dezavantajoase în controlul manual, a dus la proiectarea și realizarea unui dispozitiv automat de fixare și rotație a pieselor forjate tip inel și a traductoarelor. Dispozitivul este astfel conceput încît să permită obținerea unui interval larg de viteze de rotație necesare controlului pieselor de diferite dimensiuni.

Condițiile de control

Piesele forjate tip inel cu forma din figura 1 au dimensiunile ca în tabelul 1 ; ele sînt destinate unei instalații de piroliză. Materialul

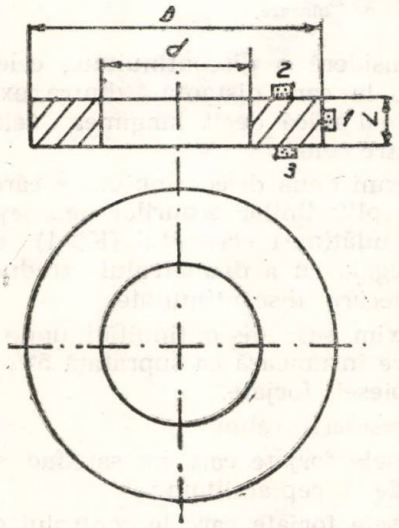


Fig. 1

din care sînt executate este de 14 Cr Mo 4. Suprafețele de control ale pieselor forjate trebuie să aibă rugozitatea $R_a = 12{,}5$ µm, temperatura mediului ambiant și a pieselor forjate prezentate spre control rebuie să fie cuprinsă între +5°C și +40°C, iar liantul de cuplaj este vaselina.

Tehnica de control

Aparatura de control. Piesele forjate tip inel au fost controlate cu ajutorul defectoscopului ultrasonor UNIPAN tip 510 cu alimentare la rețea de 220 V.

Tabelul 1

Cota	dimensiuni [mm]	
	minime	maxime
L	30	300
D	90	nelimitat
$\frac{D-d}{2}$	40	250
d	10	1000

Ținînd seama de dimensiunile, forma și lungimea cîmpului apropiat s-au utilizat pentru control traductoare normale avînd frecvențele de 2 MHz și 4 MHz cu dimensiunile de ∅13 mm și ∅25 mm.

Dispozitivul automat. Partea mecanică. Dispozitivul este destinat mecanizării și automatizării controlului cu ultrasunete a pieselor cilindrice scurte ($D/L < 1$). Dispozitivul realizează rotirea piesei cu turația corespunzătoare vitezei de deplasare a traductoarelor, acestea rămînînd fixe. De asemeni permite avansul radial al traductorului pentru acoperirea întregii suprafețe a piesei.

Dispozitivul este alcătuit din următoarele părți componente principale detaliate în figura 2.

În concepția în care a fost construit, dispozitivul oferă posibilitatea atașării unei game largi de subansamble necesare automatizării operației de control. În acest sens, se poate fixa dispozitivului un subansamblu ce realizează deplasarea automată a traductoarelor, atît în cazul tehnicii prin contact sau acelei prin imersie. Acesta realizează deplasarea radială a traductorului pas cu pas la o rotație completă a platoului realizînd și suprapunerea cu 1/4 a zonei active a cîmpului sonor.

Partea electrică. A fost ales un electromotor de curent continuu tip $GC_1/1450$ STAS 1893/78, cu puterea de 1 KW, alimentat la 110 V, de turație 1450 rot/min.

Pentru alimentarea periilor se folosește curentul dat de o punte redresoare (fig. 3) cu patru diode ce suportă un curent de 10 A la

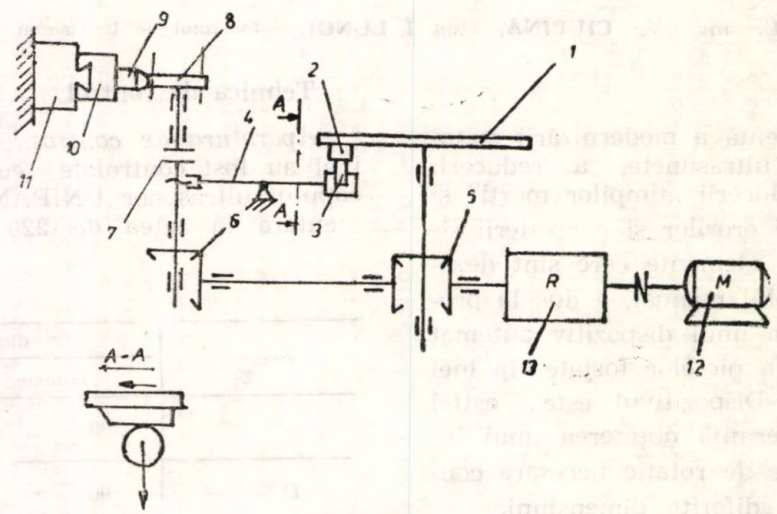


Fig. 2

1) Mecanism de rotire alcătuit dintr-un motor de curent continuu cu putere de 1 KW și un reductor de turație. Motorul de curent continuu are posibilitatea reglării continuie a turației între limitele 0—1450 rot./min
Reductorul folosit este de tip melc-roată melcată și are rolul de a reduce turația motorului pînă la 0,2 rot./min necesară obținerii vitezei ae control ;
2) Dispozitiv de centrare și fixare ;
3) Suportul traducătorului — are în componență un sistem elastic cu posibilitatea reglării forței de apăsare a traducătorului pe piesa de controlat ;
4) Traducător ;
5) Braț port-traducător ;
6) Mecanisme pentru avansul radial al traducătorului ; Acest mecanism poate fi manual sau automat (mecanic sau electric) în funcție de numărul de piese ce trebuiesc controlate ;
8) Ghidaj pentru deplasarea pe verticală a brațului
7) Suportul brațului ;
port-traducător ;
9) Șurub de blocare.

100 V ; puntea este alimentată prin intermediul unui autotransformator cu tensiune de ieșire reglabilă între 0 și 220 V. Curentul pulsatoriu este netezit cu ajutorul unei bobine de 0,1 H și 10 A.

Circuitul de excitație este alimentat la 110 V și 2 A de la o punte redresoare cu patru diode de 100 V și 10 A ; pentru alimentarea punții se folosește un transformator coborîtor de tensiune de la 380 V la 100 V. Reglarea curentului de excitație se face prin intermediul unui reostat de 200 Ω și 2,5 A. Se asigură astfel reglarea turației de la 0 la 1450 rot/min.

Metoda de control.

Sensibilitatea. Reglarea sensibilității s-a efectuat pe o porțiune a piesei forjate fără defecte la incidență normală, astfel încît pe ecranul tubului catodic să apară 2 ecouri de fund la care înălțimea amplitudinii primului ecou de fund să fie egală cu 80% (4/5) din înălțimea ecranului.

Criterii de acceptabilitate. Sînt considerate ca admise :

a) discontinuitățile cu $K<0,5$ dar avînd o lungime mai mică decît diametrul traductorului :

$$K = \frac{\text{înălțimea amplitudinea ecoului de la discontinuitate}}{\text{înălțimea amplitudinea ecoului de fund adiacent}}$$

Se consideră o discontinuitate, cele foarte apropiate, la care distanța dintre extremele lor este mai mică decît lungimea celei mai mari dintre ele.

b) maxim două discontinuități a căror înălțime a amplitudinilor ecourilor depășește 10% (1/5) din înălțimea ecranului ($K>1$) cînd o lungime egală cu a diametrului traductorului pentru fiecare discontinuitate.

c) maxim șase discontinuități unde $0,5<K \leqslant 1$ și care însumează ca suprafață 5% din suprafața piesei forjate.

Se consideră rebut :

— piesele forjate care nu satisfac criteriile a, b, c de acceptabilitate ;

— piesele forjate care la controlul cu incidența normală prezintă discontinuități care provoacă atenuarea completă a ecoului de fund.

Experimentul. Pentru controlul cu ultrasunete sub incidență normală a pieselor forjate, s-a ales prezentarea A și metoda impulsului reflectat (metoda de ecou).

Așezarea traductoarelor pe piesa forjată este arătată în fig 1 prin pozițiile 1, 2, 3.

În vederea controlării întregului volum al piesei forjate (tot inelul) după fiecare rotație completă a piesei forjate, traductorul se deplasează radial spre centru în așa fel încît traiectoriile circulare descrise să se suprapună cu 1/4 din diametrul traductorului.

Pentru rapiditatea controlului, se realizează lățimea porții monitorului pe distanța dintre primul și al doilea ecou de fund. În acest fel, după reglarea și etalonarea aparaturii conform STAS 7802—79 pentru o vizualizare mai rapidă a discontinuităților din piesa forjată se mărește amplitudinea cu 6 dB iar pentru aprecierea discontinuităților detectate, amplificarea revine la valoarea inițială.

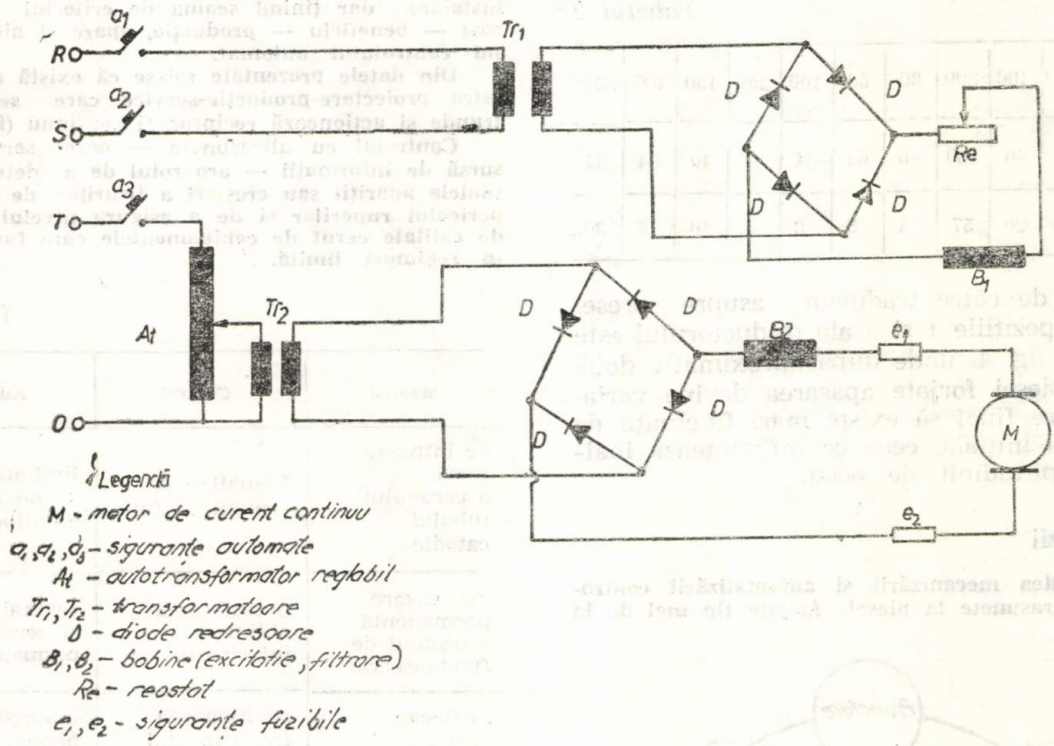


Fig. 3

Dispozitivul automat permite ca pe tot timpul controlului presiunea exercitată de către traductor pe piesa forjată să rămînă constantă ceea ce duce la o mai mare exactitate în aprecierea discontinuităților.

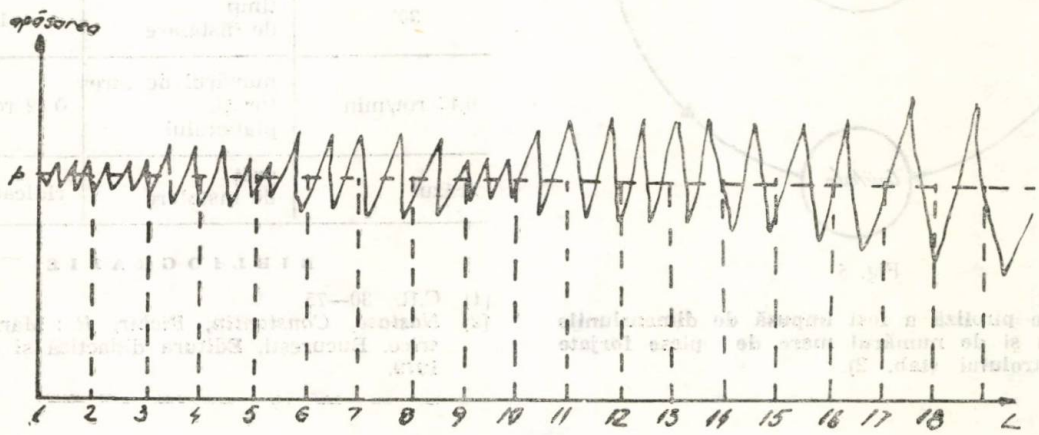


Fig. 4

Este necesară o apăsare (presiune) constantă, deoarece în pozițiile 1 și 3 (fig. 1) ale defectarea eventualelor discontinuități se face mai întîi printr-un semnal optic și acustic și apoi vizînd conform criteriilor de acceptabilitate.

traductorului sînt efectuate 25 de ture complete de către piesa forjată iar în poziția 2 sînt efectuate 30 de ture. O diagramă a presiunii

Tabelul 2

Dn	300	100	300	80	80	100	250	150	400	350
Pn	25	40	100	40	64	64	64	40	64	64
Nr. buc.	20	20	57	5	5	6	1	10	7	30

exercitate de către traductor asupra presei forjate în pozițiile 1 și 3 ale traductorului este arătată în fig. 4, unde după aproximativ două ture ale piesei forjate apăsarea devine variabilă ca spre final să existe mari fluctuații de la valoarea inițială, ceea ce influențează înălțimea amplitudinii de ecou.

Concluzii

Necesitatea mecanizării și automatizării controlului cu ultrasunete la piesele forjate tip inel de la

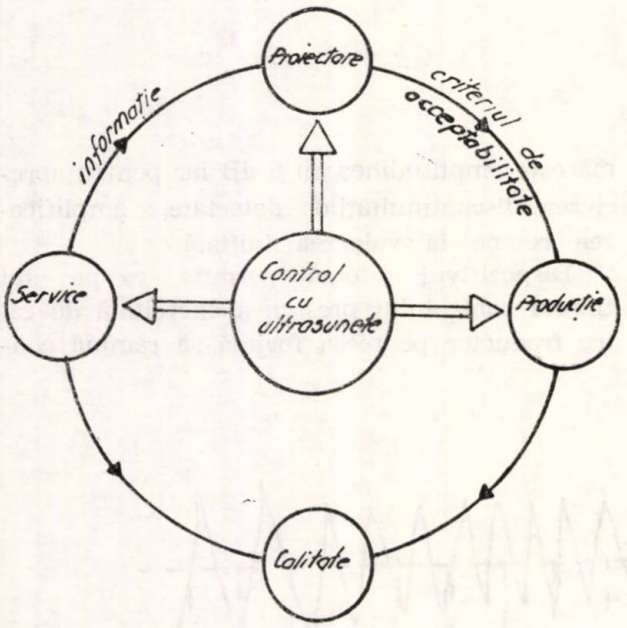


Fig. 5

instalația de piroliză a fost impusă de dimensiunile variabile ca și de numărul mare de piese forjate supuse controlului (tab. 2).

Informațiile comparative între controlul manual și automat sînt arătate în tabelul 3.

Analiza tabelului demonstrează avantajele mecanizării și automatizării controlului cu ultrasunete la piesele forjate; există o creștere la prețul de instalare dar ținînd seama de criteriul preț de cost — beneficiu — producție, apare și aici avantajul controlului automat.

Din datele prezentate reiese că există o legătură între proiectare-producție-service care se întrepătrunde și acționează reciproc și continuu (fig. 5).

Controlul cu ultrasunete — care servește ca sursă de informații — are rolul de a detecta eventualele apariții sau creșteri a fisurilor, de a preveni pericolul ruperilor și de a asigura nivelul necesar de calitate cerut de echipamentele care funcționează în regimuri limită.

Tabelul 3

Manual	Control	Automat
pe întreaga scală a ecranului tubului catodic	Vizualizarea ecoului de fund	limitată de poarta monitorului
vizualizare permanentă a ecoului de fund pe ecran	posibilitatea obținerii informațiilor	semnal optic și acustic permanent
la fiecare tură	poziționarea traductorului	o singură dată pentru o poziție
variabilă	presiunea exercitată de către traductor	constanta pe întregul control
2	număr de operatori	1
negarantată	reproductibilitate	garantată
30'	timp de instalare	10'
0,13 rot/min	numărul de ture turația platanului	0,22 rot/min
scăzut	preț de instalare	ridicat

BIBLIOGRAFIE

[1] C.R. 30—75.

[2] *Năstase, Constantin, Bichir, R.*: Mărimi electrice. București, Editura didactică și pedagogică, 1979.

O ANIVERSARE:
PROFESORUL CONSTANTIN WANYOREK

La 27 iulie 1984, profesorul Constantin Wanyiorek, om de știință, filozof și poet, împlinește 75 de ani — o viață de muncă și de creație.

Născut la București, absolvent (șef de promoție) al Politehnicii din capitala țării, secția de Mine și Metalurgie, dînsul a activat 23 de

ani in industrie, în toate ramurile metalurgiei practice, și 24 de ani în învățămîntul tehnic superior, predînd numeroase discipline metalurgice — activități care i-au permis să acumuleze o cuprinzătoare experiență practică și teoretică, didactică și educativă și — împreună cu înclinația sa deosebită pentru cercetarea științifică — i-au dat posibilitatea să realizeze un număr mare de lucrări remarcabile îmbrățișînd toate domeniile metalurgiei.

Iată cîteva dintre aceste lucrări, publicate în țară sau prezentate la congrese internaționale :

— Studiul și enunțarea principiilor modului de lucru științific ;

— Conceptul dinamic în tehnologia turnării;

— Materiale de formare ;

— Materiale refractare ;

— Granulometria amestecurilor granulare plastică ;

— Contribuții de seamă la teoria și practica sudării, la procedee și utilaje pentru deformarea plastică ;

— Termodinamica și fenomenologia teoriei unitare a durității aliajelor prin procese termofizice ;

— Structura reală a fierului gama ;

— Difuzia. Mecanismele coalescenței particulelor de fază dispersă. Rolul fluctuației în procesele evolutive ;

— Fenomenologia proceselor termochimice;

— Mecanismul creșterii rezistenței matrice a metalelor și aliajelor ;

— Definirea și clasificarea tensiunilor interne în procesele termice.

Caracteristice pentru aceste lucrări sînt trecerea de la conceptul static, la conceptul dinamic al fenomenelor și permanenta preocupare pentru perfecționarea terminologiei, definițiilor și clasificărilor folosite în teoria și practica metalurgică.

În ansamblu, ne aflăm în fața unei opere multilaterale, originale și dinamice, în căutarea adevărului științific și a progresului tehnic, opera unui realizator în industrie și creator în știință, izvorîtă din pasiune și dăruire totală și întocmită într-un ascuțit spirit critic și autocritic — de analiză și de sinteză — dublat de intuiția directă a fenomenului — vădind o deosebită preocupare pentru atacarea și rezolvarea unor dificile probleme de interes fundamental.

Prin deosebitele sale calități didactice și educative, prin personalitatea sa fermecătoare, profesorul Constantin Wanyorek a știut să îndrume și să înflăcăreze nenumărate generații de studenți și doctoranzi.

Îi mulțumim, acestui minunat dascăl, pentru tot ce a dat științei românești, dar și minții și sufletelor noastre și îi urăm, acum, cu prilejul unei aniversări jubiliare, o viață lungă și fericită, în deplină sănătate și putere de muncă!

Dr. ing. **Leontin Drugă**

Condiții de prezentare a manuscriselor pentru revista „Construcția de mașini"

1. **Textul** unui articol împreună cu desenele să nu depășească 15 pag. convenționale, de 2000 semne.

2. **Dactilografierea** se execută la 2 rînduri în pag. de 2000 semne, pe hîrtie albă, pe o singură față a filei. Pagina va avea o margine albă de 3 cm lățime în stînga. Formulele se scriu foarte clar, cu semnele matematice și literele conform STAS, suficient de mari, cu tuș.

3. **Desenele** se execută în tuș pe calc, la dimensiuni între formatele A6 și A4. Dacă sînt figuri-foto, acestea nu trebuie să depășească formatul A4 și să fie foarte clare, cu efectele de contrast foarte pronunțate.

4. **Toate figurile și tabelele** care însoțesc articolul trebuie menționate în text. Figurile trebuie să aibe titluri și legende și să fie însoțite de un borderou de figuri dactilografiat pe o pagină separată de textul articolului. Nu se va scrie pe nici o figură titlul și legenda; legătura se face prin numărul lor conform borderoului — separat într-un plic adecvat prezentate. În tipografie diferitele elemente ale materialului (text, borderou de figuri, bibliografii, tabele) se prelucrează în secții diferite, de aceea ele trebuie prezentate pe foi separate.

5. **Tabelele** trebuie dactilografiate pe foi separate de text (în text li se va indica doar locul ca și pentru figuri), deoarece au alt regim tipografic.

6. **Bibliografia** trebuie dactilografiată tot pe o pagină separată de text și prezentată conform STAS nr. 6158-60 și anume : **Cărți:** numele autorului, inițiala prenumelui autorului, titlul cărții (dacă este o lucrare străină se va da titlul în original, eventual traducerea în lb. română), numărul ediției în cifre arabe, numărul volumului în cifre romane, locul publicării, pagina la care se trimite sau prima și ultima pagină a fragmentului. **Periodice :** numele autorului, inițiala prenumelui autorului, titlul articolului (dacă este o lucrare străină se va da titlul în original, eventual cu traducerea în lb. română), titlul periodicului precedat de cuvîntul „In", numărul volumului sau anul de apariție (în cifre arabe) numărul de ordine al numărului de periodic, data numărului, pagina citată sau prima și ultima pagină a fragmentului citat sau a articolului întreg, după cum citează, doar o anumită pagină, un fragment, sau un articol în întregime. Cînd lucrarea citată a fost tradusă în lb. română, titlul se scrie în traducere, dar cu mențiunea că lucrarea a fost tradusă și din ce limbă.

7. **Predarea la redacție** a manuscrisului dactilografiat se face în două exemplare, din care un original și o copie. Originalul este însoțit de desenele în tuș pe calc și fotografii cînd este cazul, iar cel de-al doilea exemplar este însoțit de ozalide sau xerocopii ale figurilor în calc sau de al doilea rînd de fotografii, cînd este cazul.

8. Autorul trebuie **să garanteze conținutul științific** al articolului, iar textul prezentat redacției să fie revizuit după dactilografiere, deoarece în timpul fazelor editoriale și tipografice nu îl mai revede, deci nu mai poate interveni în acest text după predarea manuscrisului.

9. Conform regulilor editoriale manuscrisele și figurile — publicate sau nu — nu se mai restituie autorului.

10. Materialele, prezentate conform regulilor de mai sus, se primesc la redacția revistei „Construcția de mașini", la următoarea adresă :

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Redacția revistei „Construcția de mașini" Cal. Victoriei 133, Sector 1, clădirea mică, parter, cod 71102 BUCUREȘTI, Oficiul poștal 22, Căsuța poștală 22—125.

11. Orice informație și referință se pot obține la telefoanele : 59.71.35 sau 50.31.30 (direct) și 50.40.90/253 sau 274, redactor șef ing. TEODOSIA OPRESCU, redactor : ȘERBAN TEODORESCU.

12. Materialul va fi însoțit — obligatoriu — de o **adeverință** semnată de conducerea instituției unde activează autorul, specificînd respectarea legilor în vigoare cu privire la păstrarea secretului.

13. Va fi însoțit și de **rezumatele lucrării** în lb. română, franceză, engleză, rusă și germană.

I. C. T. C. M.
INSTITUTUL DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ ȘI INGINERIE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Șos. Olteniței nr. 105, sector 4
București — 75651
Telefon 83.21.70. Telex 10233

Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Industria Construcțiilor de Mașini, înființat încă din anul 1955, are o bogată experiență în cercetare și proiectare tehnologică specifică construcțiilor de mașini. În cadrul institutului se desfășoară trei tipuri de activități :

1. Cercetarea de procese tehnologice (metode de fabricație) noi în cadrul laboratoarelor special amenajate pentru experimentarea și optimizarea procedeelor, regimurilor sau rețelelor tehnologice în domeniile : prelucrărilor prin așchiere, ștanțare, ambutisare și prin tehnologii neconvenționale, manipulării automate, montajului mecanizat și automatizat, acoperirilor de protecție și decorative, controlului activ, interoperațional și final.

2. Elaborarea de tehnologii integrate și sisteme complexe de fabricație pentru prelucrarea unor piese sau grupe de piese sau produse, cu adoptarea celor mai eficiente procedee, inclusiv proiectarea mașinilor speciale, dispozitivelor și sculelor

3. Execuția, în limita capacităților propriului său atelier, a echipamentelor tehnologice proiectate. Acordarea de asistență tehnică pentru punerea în funcțiune la parametrii proiectați a proiectelor elaborate.

ICTCM EFECTUEAZĂ: ● Studiul problemelor tehnologice individuale sau legate de realizarea unui anumit produs ; ● Elaborarea de procedee tehnologice noi sau dezvoltarea și îmbunătățirea unor tehnologii existente ; ● Experimentarea în laborator și în producție a procedeelor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de execuție pentru liniile, mașinile, dispozitivele sau sculele necesare aplicării tehnologiilor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de utilare tehnologică a secțiilor sau atelierelor în care se vor realiza tehnologiile respective ; ● Construcția în ateliere proprii a utilajelor proiectate ; ● Execuția de prototipuri de mașini și dispozitive și experimentarea acestora în vederea introducerii lor în fabricația de serie ; ● Elaborarea de metode de măsură și control interoperații și final, proiectarea și executarea utilajelor necesare controlului și sortării cu diferite grade de automatizare ; ● Proiectarea și executarea de bancuri de probă pentru studii de laborator și fabricația de serie ; ● Organizarea fabricației, transportului intern și depozitării în secțiile și atelierele destinate aplicării noilor tehnologii, planificarea și urmărirea producției ; ● Elaborarea de sisteme pentru automatizarea pregătirii tehnologiei precum și pentru planificare, lansare și urmărire cu ajutorul calculatorului electronic ; ● Acordarea de asistență tehnică pentru aplicarea procedeelor tehnologice elaborate și pentru punerea în funcțiune a utilajelor proiectate și executate ; ● Acordarea de licențe, know-how și punerea la dispoziție a documentației de execuție pentru lucrările elaborate de institut.

Abonaţi-vă la revista

CONSTRUCŢIA DE MAŞINI

ATTENTION !

Foreign readers can subscribe through ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box. 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

ACHTUNG !

Ausländische Leser können sich abonnieren durch ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

ATTENTION !

Les lecteurs étrangèrs de la revue pourront prendre des abonaments par ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

ВНИМАНИЕ !

Читатели иностранных стран могут абонироваться при ROMPRESFILATELIA — sectoral export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

Revista „CONSTRUCŢIA DE MAŞINI", organ al Ministerului Industriei Construcţiilor de Maşini din Republica Socialistă România. Redacţia la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcţiilor de maşini, cu sediul în Bucureşti, Calea Victoriei 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poştal la ICTCM, şos. Olteniţei nr. 105, Bucureşti, sector 4, pentru revista „Construcţia de maşini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Ploieşti" str. Transilvaniei, nr. 29.

MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1983

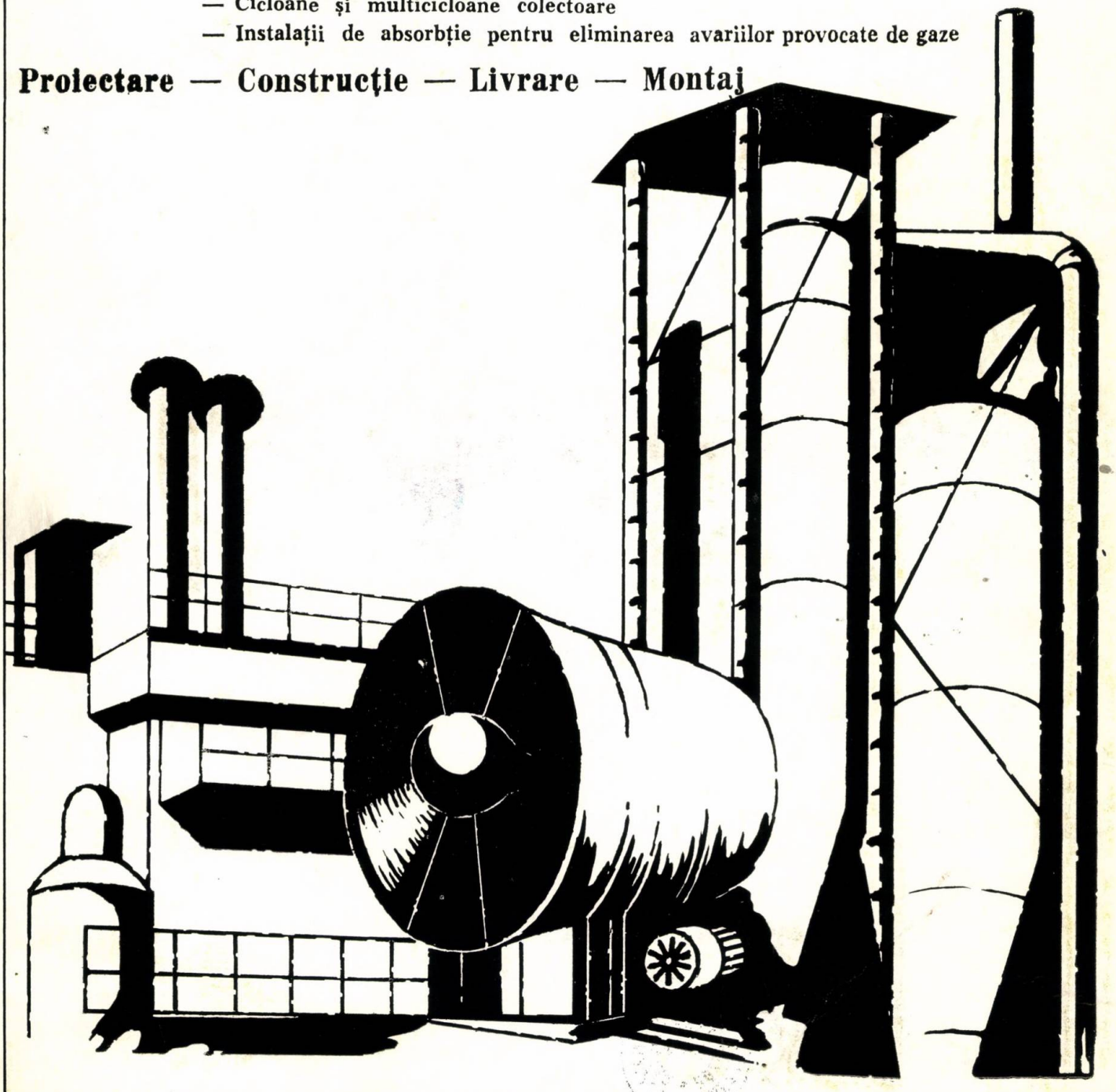
ÎNTREPRINDEREA DE COMERȚ EXTERIOR

centrozap

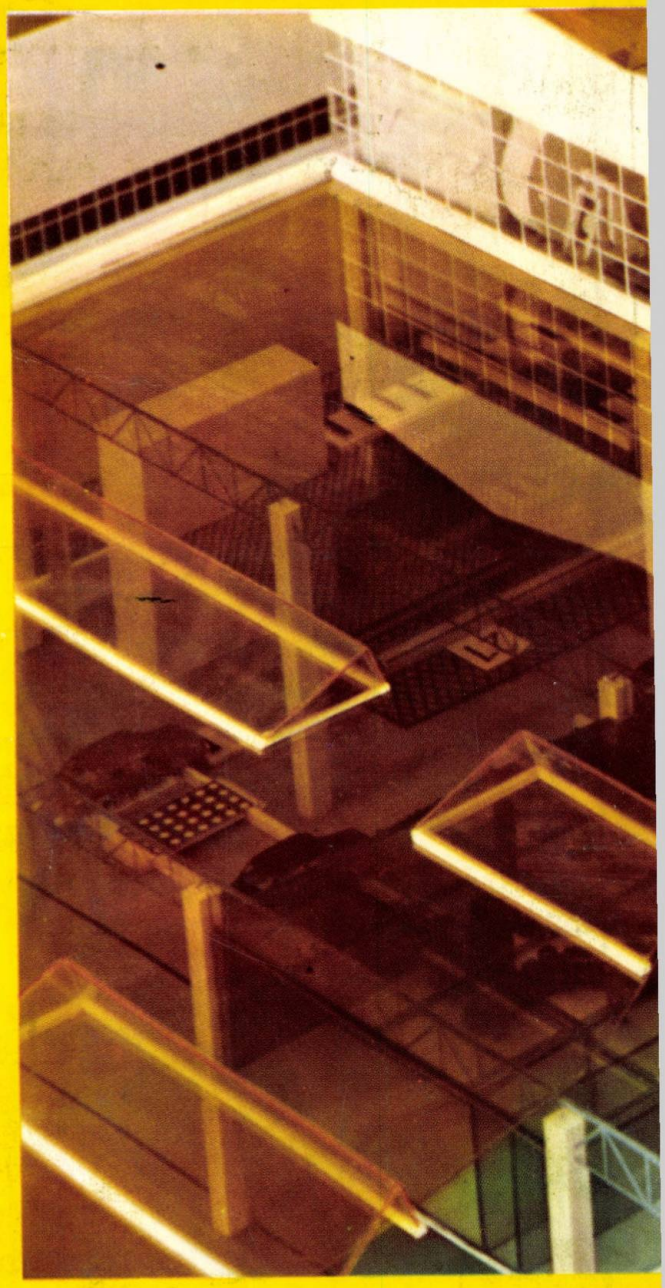
Mickiewicza 29, 40—085 Kotowice, R.P. Polonă
Telex : 0315771, czap pl
Telefon : 513—401, 597—241

- **Ventilatoare industriale pentru toate ramurile industriei**
- **Instalații de ventilație și componente**
- **Aparate și instalații de climatizare**
- **Aparate și instalații pentru desprăfuire ș.a.**
- **Filtre-tubulare**
- **Electrofiltre**
- **Filtre pulsatoare**
- **Captatoare de umiditate**
- **Cicloane și multicicloane colectoare**
- **Instalații de absorbție pentru eliminarea avariilor provocate de gaze**

Proiectare — Construcție — Livrare — Montaj



PUBLICOM

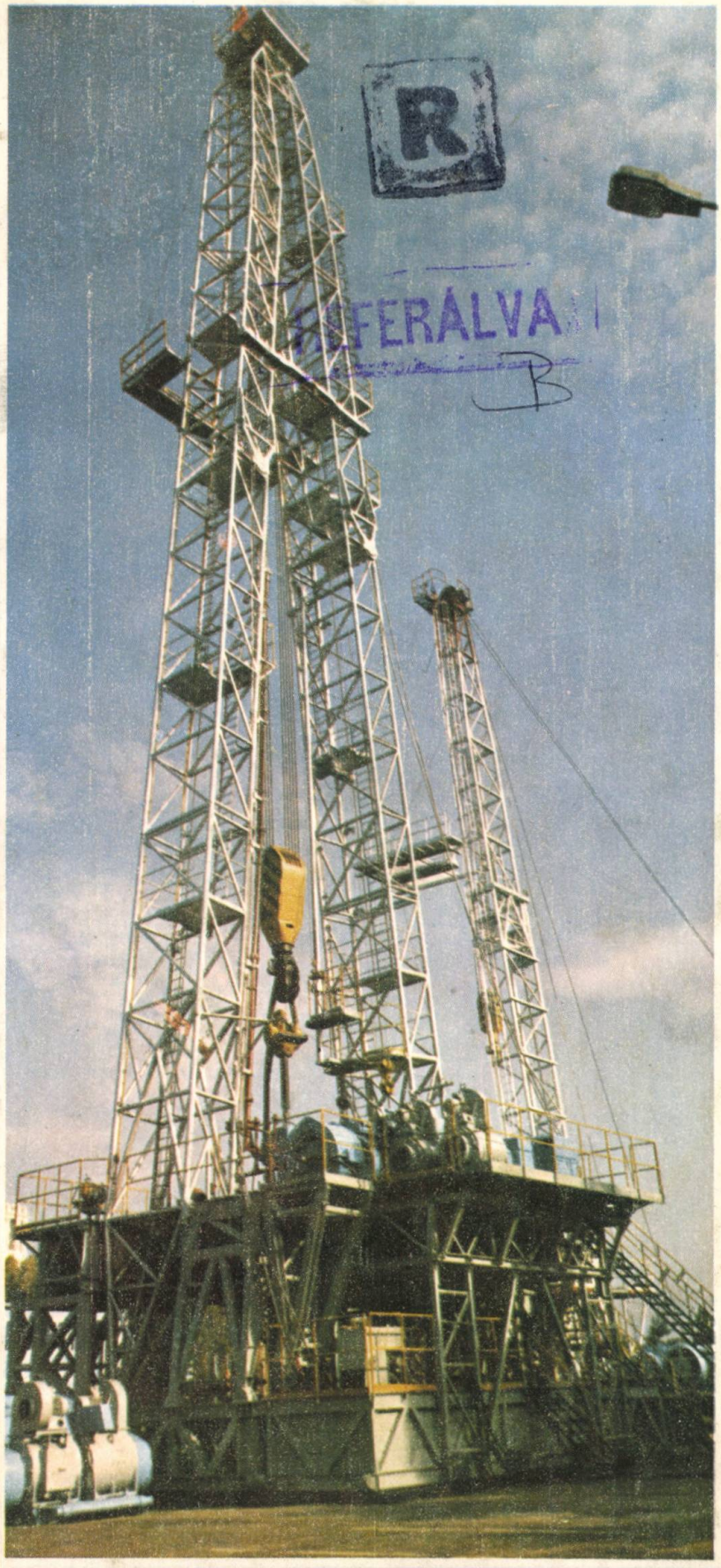


1984 NOV 1

3279

1954
1984

30 DE ANI DE CREATIE IN DOMENIUL UTILAJULUI PETROLIER ROMANESC



R
FERALVA
B

IPCUP

7-8

CONSTRUCTIA DE MASINI

BUCURESTI · ANUL XXXVI ·

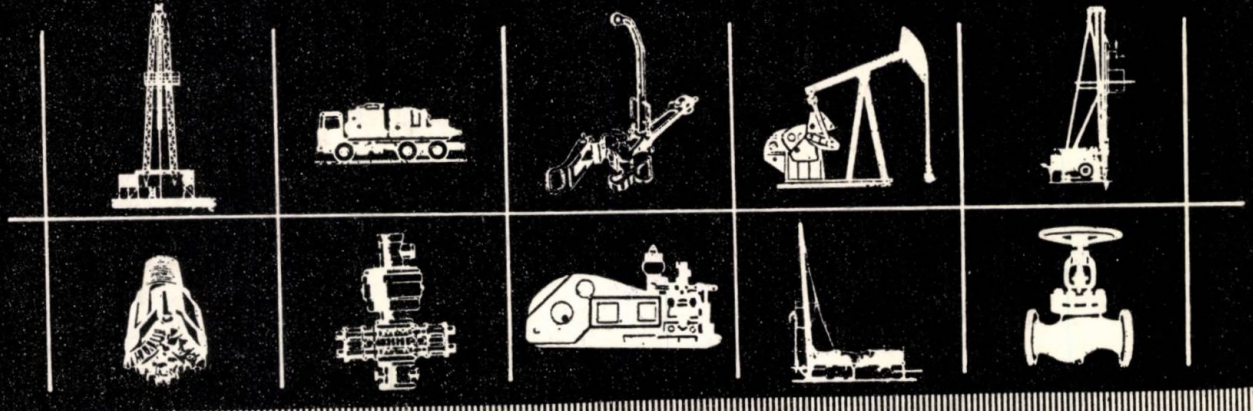
IULIE - AUGUST · 1984 ·

O GARANȚIE SIGURĂ:

-- INDUSTRIALEXPORTIMPORT - PETROMIN ------

EXPORTA

- instalatii, agregate si echipamente pentru:
  FORAJ DE ADINCIME SI STRUCTURAL
- instalatii si echipamente pentru:
  INTERVENTII, PUNERE IN PRODUCTIE SI REPARATII SONDE DE TITEI SI GAZE
- instalatii si echipamente pentru: FORAJ GEOLOGIC
- instalatii, echipamente si scule pentru: FORAJ HIDROGEOLOGIC
- POMPE DE NOROI SI GRUPURI MOTOPOMPA
- INSTALATII DE ETANSARE SI PREVENIREA ERUPTIILOR
- SAPE, SAPE LARGITOARE, CORECTORI-STABILIZATORI, CAROTIERE MECANICE
- AGREGATE DE CIMENTARE SI FISURARE HIDRAULICA
- echipamente pentru: ACTIVITATEA DE EXTRACTIE TITEI SI GAZE
- SCULE SI DISPOZITIVE DE FORAJ SI EXTRACTIE
- ARMATURI PENTRU SECTORUL DE FORAJ-EXTRACTIE TITEI SI GAZE
- ECHIPAMENTE PENTRU GEOFIZICA DE SANTIER



CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXVI, nr. 7—8, iulie—august, 1984

CUPRINS

PREOTEASA, P. : **Puterea economică a industriei construcțiilor de mașini la temelia progresului neîncetat al patriei, a prosperității întregii noastre națiuni** 341

Utilaj petrolier

MIHĂILESCU, A., BUCUR, GH., GORDUZA, STELUȚA : **Dezvoltarea utilajului petrolier în R.S.R., în concordanță cu cerințele interne și pe plan mondial, în perspectiva anilor 1990—2000 ... 2001** 349

CRISTEA, V. : **Analiza performanțelor echipamentelor componente ale sistemului de manevră al instalațiilor de foraj, în raport cu datele de construcție a sondelor** 356

VIȘOIU, D., MIHĂILESCU, A., ȘTEFĂNESCU, A., COSMA, RALUCA : **Platforme fixe pentru exploatarea petroliferă din Marea Neagră** 360

RAȚĂ, P. : **Condiții tehnice și soluții constructive pentru instalații de foraj și alte echipamente petroliere destinate să lucreze în zone ostile** 367

GRĂDIȘTEANU, I., MIHĂILESCU, A., PELLE, V., SCHIOPU, D., IRIMIE, D., **Gama instalațiilor de forat galerii orizontale destinate amenajărilor hidroenergetice și miniere pentru extracția petrolului** 273

PELIGRAD, N. : **Contribuții teoretice și experimentale privind pierderile hidraulice în convertizoarele hidraulice de cuplu cu o treaptă, destinate instalațiilor de foraj** 378

PELIGRAD, N. : **Optimizarea calculului de proiectare a convertizoarelor hidraulice de cuplu cu o treaptă, destinate instalațiilor de foraj** 385

POPOVICI, A., ȘTEFĂNESCU, A., SUPROVICI, P. : **Considerații asupra metodelor de calcul al structurilor platformelor fixe marine** 395

GRĂDIȘTEANU, I., RĂDULESCU, A., NICOLESCU, B. : **Noi realizări constructive în optimizarea acționării directe a sapei pe talpă** 401

GRĂDIȘTEANU, I., RĂDULESCU, A., ONICĂ, C. : **Soluții noi în construcția agregatelor de pompare pentru țiței în instalațiile de suprafață** 411

LOVCEV, S., SIDOVEN, O., GRĂDIȘTEANU, I., GAVRILENCO, V. : **Contribuții teoretice privind optimizarea constructivă a pieselor de uzură ale pompelor de foraj** 416

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonare științifică : ing. Gheorghe Bucur, ing. Oscar Sorian
Coperta : arh. Dorin Mihai Alexandrescu

TĂNASE, N., CONSTANTIN, GH. :	Contoare cu turbină pentru măsurarea debitelor fluidelor petroliere	426
COSTIN, I., MIHĂILESCU, A., RĂDULESCU, A., POPOVICI, V. :	Restabilirea relațiilor de lucru ergonomice pentru sondorul șef	435
BABSKOW, AL., DUMITRESCU, G., MANU, GH., NIȚU, N. :	Contribuții la realizarea aparaturii pentru investigarea geofizică a sondelor prin metoda carotajului inductiv	439
DUMITRESCU, S., GRIGORESCU, N., TOMESCU, A. :	Cabine tehnologice de tip „GEOFOR" pentru conducerea asistată de calculator a procesului de foraj	447
OPREA, D. :	Considerații asupra colectării, separării, tratării și transferului în sistem închis ale țițeiului și gazelor asociate în șantierele petroliere de uscat, din România	454
SORIAN, O., CROITORU, P. :	Realizări și perspective ale aplicării borurării în fabricația de utilaj petrolier	460

ATTENTION !

Foreign readers can subscribe through ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box. 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ACHTUNG !

Ausländische Leser können sich abonnieren durch ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ATTENTION !

Les lecteurs étrangèrs de la revue pourront prendre des abonaments par ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

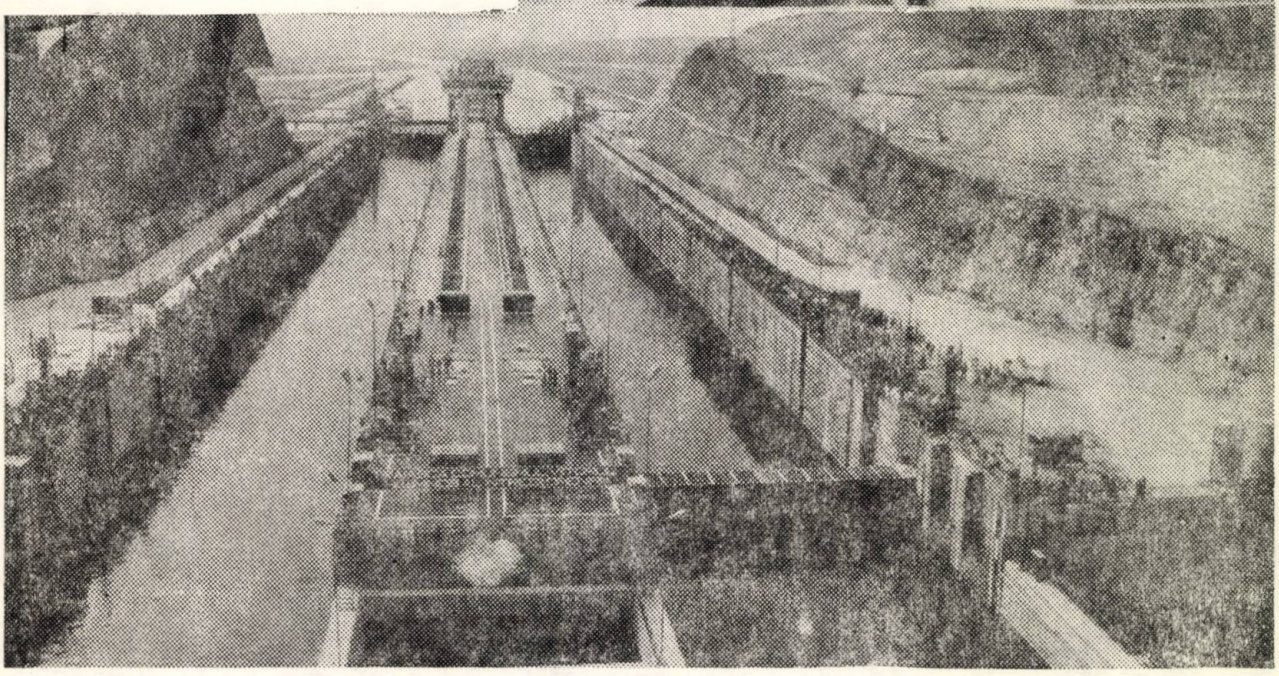
ВНИМАНИЕ !

Читатели иностранных стран могут абонироваться при ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

Revista „CONSTRUCȚIA DE MAȘINI", organ al Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini din Republica Socialistă România. Redacția la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcțiilor de mașini, cu sediul în București, Calea Victoriei 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poștal la ICTCM, șos. Olteniței nr. 105, București, sector 4, pentru revista „Construcția de mașini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Ploiești" str. Transilvaniei, nr. 29.

Patru decenii de strălucite înfăptuiri revoluționare



Tovarășul Nicolae Ceaușescu și tovarășa Elena Ceaușescu
au inaugurat Canalul Dunărea — Marea Neagră
— Ecluza de la Cernavodă —

SOMMAIRES

CD : 665.5.002.5

Mihăilescu, A., Bucur, Gh., Gorduza, Steluța : **Le développement de l'outillage pétrolier en Roumanie, en concordance avec les besoins du pays et les exigences se manifestant sur le plan mondial, dans la perspective des années 1990—2000—2010.**

L'ouvrage présente l'étape actuelle et les tendances de développement de l'outillage pétrolier qui se manifestent sur les plans mondial et national ; cette étude établit les directions de développement et les objectifs de la recherche scientifique en relation directe avec les technologies de fabrication et d'exploitation, dans la perspective des anées 1990—2000—2010.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 7—8, 2 fig., 5 tabl., 14 réf.

CD : 675.5 : 622.323

Cristea, V. : **L'analyse des performances des équipements composants du système de manoeuvre des installations de forage.**

L'ouvrage présente l'analyse des performances des équipements composants du système de manoeuvre des installation de forage, en fonction de la profondeur de forage et de la construction du puits. On présente les principaux paramètres groupés dans les catégories suivantes : fonctionnels, dimensionnels, constructifs et d'endurance. Ces paramètres sont corrélés avec la profondeur de forage du puits, en vertu des données statistiques. On met en évidence une série de paramètres et d'indices spécifiques caractérisant la période de forage d'un puits et la durée de service des installations de forage.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 7—8, 1 fig., 2 tabl., 2 réf.

CD : 655.5.002.5

Mihăilescu, A., Vișoiu, D., Ștefănescu, A., Cosma, Raluca : **Plates-formes fixes pour l'exploitation du pétrole de la mer Noire.**

Les premières plates-formes fixes, conçues par I.P.C.U.P., fonctionnent sur le plateau continental roumain de la mer Noire, à une profondeur de l'eau de 52 m, chacune capable de supporter 9 puits. L'article décrit leur mode d'aménagement, ainsi que les principaux équipements installés sur les plates-formes, dans le cadre du premier système d'exploitation préliminaire. Les auteurs ont élaboré des méthodes propre pour le calcul et la conception des structures métalliques grillagées et des fondations sur pilotis, en utilisant des programmes de calcul automatique.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 7—8

CD : 655.5.002.5

Rață, P. : **Conditions techniques et solutions constructives pour les installations de forage et autres équipements pétroliers destinés à fonctionner dans des milieux hostiles**

L'article examine les principales conditions techniques, les solutions constructives et les mesures à prendre ou à résoudre afin d'assurer le bon fonctionnement des outils, des installations et des outillages pétroliers utilisés das les zones climatiques à température basse, désertiques ou isolées, dans les marécages, la jungle ou les zones accidentées.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 7—8, 7 fig.

CD : 622.002.5

Grădișteanu, I., Șchiopu, D., Irimie, S., Mihăilescu, A., Pelle, V. : **La gamme des installations de forage des galeries horizontales destinées aux aménagements hydro-énergétiques et miniers pour l'extraction du pétrole**

L'ouvrage présente les principales caractéristiques techniques, fonctionnelles et constructives des installations de forage des galeries horizontales, en section plaine, destinées aux aménagements hydro-énergétiques, miniers ou des tunnels de transport souterrain. L'examen des tableaux 5, 6 et 7 montre que les performances des installations roumaines sont parfaitement comparables à celles des installations semblables produites par les firmes les plus réputées des USA et de République Fédérale d'Allemagne.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 7—8, 1 fig., 7 tabl.

CD : 675.5 : 622.323

Peligrad, N. : **Contributions théoriques et expérimentales au sujet des pertes hydrauliques et des convertisseurs hydrauliques de couple, à un échelon, destinés aux installations de forage**

Les convertisseurs hydrauliques de couple à un échelon, conçus par I.P.C.U.P., appartiennent au système d'actionnement des installations de forage. L'article présente une méthode générale permettant de déterminer les coefficients des pertes hydrauliques de ces convertisseurs, pour tous les régimes de travail, depuis le blocage du convertisseur (vitesse de rotation à la sortie : $n_2 = 0$) jusqu'à son emballement (moment à la sortie: $M_2 = 0$), en partant de leurs caractéristiques énergétiques mésurées le stand d'essais et des éléments géométriques qui déterminent le circuit hydraulique.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 7—8, 13 fig., 1 réf.

CD : 675.5 : 622.323

Peligrad, N. : **Optimisation du calcul de projection des convertisseurs hydrauliques de couple à un échelon, destinés aux installations de forage**

Le calcul d'optimisation repose sur l'obtantion d'une série de relations entre les angles d'entrée et de sortie des palettes (pour une certaine forme de circuit hydraulique) et les caractéristiques énergétiques du convertisseur. On a visé la réalisation de performances de fonctionnement maximales à des dimensions géométriques minimales du circuit hydraulique, c'est-à-dire gabarit et masse minimales de l'ensemble du convertisseur, tout en respectant les caractéristiques spécifiques au domaine d'utilisation.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 7—8, 9 fig., 3 réf.

CD : 624.04

Popovici, A., Ștefănescu, A. Suprovici, P. : **Considérations au sujet des méthodes de calcul des structures des plates-formes marines fixes**

La réalisation, dans notre pays, des premières plates-formes de forage marin sur pilotis enfoncés a soulevé une série de problèmes de grande difficulté, par l'effet du mode complexe de contrainte de la construction ; cette situation implique l'utilisation de certains programmes de calcul automatique pour déterminer les efforts dans les éléments de la structure, ainsi que la vérification de la résistance de ces éléments à l'aide d'une méthodologie nouvelle. L'article présente une synthèse des méthodes de calcul utilisées (analyse statique, dynamique ou de résistance) en traçant les directions des recherches futures en vue de perfectionner les méthodes actuelles.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 7—8, 3 fig., 6 réf.

INHALTSVERZEICHNIS

DK 665.5.002.5

Mihăilescu, A., Bucur, Gh., Gorduza, Steluța: **Die Entwicklung der Erdölausrüstungen in Rumänien im Einklang mit den inländischen und den weltweiten Anforderungen in der Perspektive der Jahre 1990—2000...2010**

Im Beitrag werden der gegenwärtige Stand und der Trend in der Entwicklung der Erdölausrüstungen auf Welt — und Landesebene präsentiert, die Entwicklungsrichtungen und die Ziele der wissenschaftlichen Forschung in direktem Verhältnis zu den Fertigungs — und Fördertechnologien in der Perspektive der Jahre 1990—2000....2010 festgelegt.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 7—8, 2 Fig., 5 tab., 14 Lit

---

DK : 675.5:622.323

Cristea, V.: **Die Analyse der von den Teilanlagen des Manövriersystems der Bohranlagen erzielten Leistungen**

Im Beitrag werden die von den Teilanlagen des Manövriersystems der Bohranlagen erzielten Leistungen ja nach Bohrtiefe und Anlagenbauart analysiert. Präsentiert werden die nach folgenden Kategorien geordneten Hauptparameter: die Betriebs—, Baugrößen — und Dauerhaftigkeitsparameter. Diese Parameter werden aufgrund der statistischen Angaben mit der Bohrtiefe der Anlage korreliert. Hervorgehoben wird eine Reihe von spezifischen Parametern und Indizen, welche dit Dauer in der ein Bohrloch niedergebracht wird und die Betriebsdauer der Bohranlage kennzeichnen.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 7—8, 1 Fig., 2 Tab., 2 Lit

---

DK : 665.5.002.5

Mihăilescu, A., Vișoiu, D., Ștefănescu, A., Cosma, Raluca: **Ortsfeste Plattformen für die Erdölgewinnung aus dem Schwarzen Meer**

Die ersten von IPCUP entwickelten ortsfesten Plattformen sind im rumänischen Schelfgebiet des Schwarzen Meeres in einer Wassertiefe von 52 m im Betrieb und können — jede — je 9 Bohranlagen tragen. Anschließend werden im Beitrag die Art und Weise ihrer Aufstellung wie auch die wichtigsten Anlagen, die dem ersten Vorausbeutungssystem gemäß auf diesen Plattformen installiert sind, beschrieben. Für die Berechnung und die Ausarbeitung der Bauunterlagen für das Gitterwerk aus Metall und die auf Masten abgestützte Gründung haben die Autoren eigene Methoden mit Hilfe von automatischen Berechnungsprogrammen entwickelt.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 7—8,

DK : 665.5.002.5

Rață, P.: **Technische Voraussetzungen und bautechnische Lösungen für Bohranlagen und andere Erdölausrüstungen, die für den Einsatz unter harten Ungebungsbedingungen bestimmt sind**

Im Beitrag werden die wichtigsten technischen Voraussetzungen, bautechnische Lösungen und Maßnahmen beschrieben, die zu treffen oder zu lösen sind für die Werkzeuge, die Erdölanlagen und — ausrüstungen, die in klimatischen Gebieten mit niedrigen Temperaturen, in der Wüste oder in abgelegenen Gebieten, in sumpfigen Gebieten, in der Dschungel oder auf schwerem Gelände zum Einsatz gelingen.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 7—8, 7 Fig.

DK : 622.022.5

Grădișteanu, I., Mihăilescu, A., Șchiopu, D., Irimie, S., Pelle, V.: **Die Reihe der Anlagen zum Niederbringen von horizontalen Bohrungen für hydroenergetische Einrichtungen und bergmännische Einrichtungen zur Erdölförderung**

Im Beitrag werden die wichtigsten bautechnischen und Betriebskenndaten der Anlagen zum Niederbringen der horizontalen Bohrungen, die für hydroenergetische Einrichtungen, bergmännische Einrichtungen oder als Tunnels für unterirdische Transporte bestimmt sind. Bei der Untersuchung der Tabellen 5, 6 und 7 geht hervor, daß die Leistungen der rumänischen Anlagen mit denjenigen der von den namhaftsten Firmen aus den USA und der Bundesrepublik Deutschland erstellten ähnlichen Anlagen durchaus vergleichbar sind.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 7—8, 1 Fig., 7 Tab.

DK : 675.5 622.323

Peligrad, N.: **Theoretische und experimentelle Beiträge hinsichtlich der hydraulische Verluste und der für Bohranlagen bestimmten einstufigen hydraulischen Drehmomentwandler**

Die von IPCUP entwickelten einstufigen hydraulischen Drehmomentwandler gehören zum Antriebssystem der Bohranlagen. Im Beitrag wird eine allgemeine Methode zur Ermittlung der Koeffizienten für die hydraulischen Verluste in diesen Drehmomentwandlern für alle Betriebsarten von der Blockierung des Drehmomentwandlers (Ausgansdrehzahl: $n_2=0$) bis zum hochtourigen Lauf (Drehmoment am Ausgang $M_2=0$) präsentiert, ausgehend von ihren auf Probeständen gemessenen energetischen Kennwerten und von den geometrischen Elementen, die den hydraulischen Kreislauf bestimmen.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 7—8, 13 Fig., 1 Lit.

DK : 675.5:622.323

Peligrad, N.: **Optimierung der Entwichlungsberechnung für die einstufigen hydraulischen Drehmomentwandler, die für Bohranlagen bestimmt sind**

Die Optimierungsberechnung beruht auf der Ermittlung von Beziehungen zwischen den Ein — und Ausgangswinkeln der Schaufeln (für eine bestimmte Form des hydraulischen Kreislaufes) und den energetischen Eigenschaften des Drehmomentwandlers. Dabei wurden die Erzielung maximaler Betriebsleistungen bei minimalen geometrischen Abmessungen hydraulischen Kreislaufes, bzw. minimale Lichraumabmessungen und Masse der Wandlerbaugruppe berücksichtigt unter Einhaltung der für den Einsatzbereich spezifischen Kenndaten.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 7—8, 9 Fig., 3 Lit.

DK : 624.04

Popovici, A., Ștefănescu, A., Suprovici, P.: **Einige Betrachtungen über die Berechnugsmethoden für die Strukturen der für das Meeresbohren bestimmten ortsfesten Plattformen**

Der Bau in Rumänien der ersten Plattformen für das Meeresbohren, die auf eingerammten Masten aufgebaut sind, hat eine Reihe von besonders schwierigen Problemen gestellt durch die komplexe Beanspruchung des Baus, welche die Anwendung von automatischen Berechnungsprogrammen zur Ermittlung der Beanspruchungen in den Strukturelementen wie auch die Überprüfung der Widerstandsfähigkeit dieser Elemente mit Hilfe einer neuen Methodologie voraussetzt. Der Beitrag synthetisiert die angewandten Berechnungsmethoden (statistische, dynamische oder Widerstandsfähigkeitsanalyse) und gibt die Richtungen der künftigen Untersuhchungen zur Verbesserung der gegenwärtigen Methoden an.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 7—8, 8 Fig., 6 Lit.

SUMARE

CZ : 665.5.002.5

Mihăilescu, A., Bucur, Gh., Gorduza, Steluța : **Dezvoltarea utilajului petrolier în România, în concordanță cu cerințele interne și de pe plan mondial, în perspectiva anilor 1990—2000...2010**

Lucrarea prezintă stadiul actual și tendințele de dezvoltare a utilajului petrolier pe plan mondial și național stabilește direcțiile de dezvoltare și obiectivele de cercetare științifică în relația directă cu tehnologiile de fabricație și exploatare în perspectiva anilor 1990—2000...2010.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 7—8, 2 fig., 5 tab., 14 ref. bibl.

CZ. 675.5 : 622.323

Cristea, V. : **Analiza performanțelor echipamentelor componente ale sistemului de manevră a instalațiilor de foraj**

În lucrare sînt analizate performanțele echipamentelor componente ale sistemului de manevră a instalațiilor de foraj, în funcție de adîncimea de foraj și de construcția sondei. Sînt prezentați parametrii principali, grupați în următoarele categorii : funcționali, dimensionali constructivi și de anduranță. Acești parametri sînt corelați, în baza datelor statistice, cu adîncimea de foraj a sondei. Sînt scoși în evidență și o serie de parametri și indici specifici care caracterizează pericada de săpare a unei sonde și durata de serviciu a instalațiilor de foraj.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 7—8, 1 fig., 2 tab., 2 ref. bibl.

CZ : 665.5.002.5

Mihăilescu, A., Vișoiu, D., Ștefănescu, A., Cosma, Raluca : **Platforme fixe pentru exploatarea petroliferă din Marea Neagră**

Primele platforme fixe, proiectate de I.P.C.U.P., funcționează în platoul continental românesc al Mării Negre, în ape de 52 m adîncime și pot suporta — fiecare — cîte 9 sonde. În continuare, articolul descrie modul lor de amenajare, precum și principalele echipamente instalate pe aceste platforme, în cadrul primului sistem de exploatare preliminară. Pentru calculul și proiectarea structurilor metalice zăbrelite și fundațiilor pe piloți, autorii au elaborat metode proprii, finalizate prin programe de calcul automat.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 7—8

CZ : 665.5.002.5

Rață, P. : **Condiții tehnice și soluții constructive pentru instalații de foraj și alte echipamente petroliere destinate să lucreze în medii ostile**

Articolul examinează principalele condiții tehnice, soluții constructive și măsuri ce trebuie îndeplinite, sau rezolvate, pentru scule, instalații și utilaje petroliere care lucrează în zone climatice cu temperaturi scăzute, în deșert sau în condiții de izolare, în mlaștini, jungle, sau zone accidentale.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 7—8, 7 fig.

CZ : 665.002.5

Grădișteanu, I., Șchiopu, D., Irimie, S., Mihăilescu, A., Pelle, V. : **Gama instalațiilor de forat galerii orizontale destinate amenajărilor hidroenergetice și miniere pentru extracția petrolului**

Lucrarea prezintă principalele caracteristici tehnice, funcționale și constuctive ale instalațiilor de forat galerii orizontale, în secțiune plină, destinate amenajărilor hidroenergetice, miniere, sau tunelurilor de transport subteran. Din studierea tabelelor 5, 6 și 7, rezultă că performanțele instalațiilor românești sînt perfect comparabile cu acelea ale instalațiilor similare, produse de cele mai reputate firme din S.U.A. și R.F.G.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 7—8, 1 fig., 7 tab.

CZ : 675.5 : 622.323

Peligrad, N. : **Contribuții teoretice și experimentale privind pierderile hidraulice și convertizoarele hidraulice de cuplu, cu o treaptă, destinate instalațiilor de foraj**

Convertizoarele hidraulice de cuplu, cu o treaptă, proiectate de I.P.C.U.P. fac parte din sistemul de acționare a instalațiilor de foraj. Articolul prezintă o metodă generală pentru determinarea coeficienților de pierderi hidraulice în aceste convertizoare, pentru toate regimurile de lucru, de la blocarea convertizorului (turația la ieșire : $n_2 = 0$), pînă la ambalare (momentul la ieșire : $M_2 = 0$), pornind de la caracteristicile lor energetice măsurate pe standuri de probă și elementele geometrice care determină circuitul hidraulic.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 7—8, 13 fig., 1 ref. bibl.

CZ : 675.5 : 622.323

Peligrad, N.: **Optimizarea calculului de proiectare a convertizoarelor hidraulice de cuplu, cu o treaptă destinate instalațiilor de foraj**

Calculul de optimizare se bazează pe obținerea unor relații între unghiurile de intrare și de ieșire ale paletajelor (pentru o anumită formă de circuit hiraulic) și caracteristicile energetice ale convertizorului. S-a avut în vedere realizarea unor performanțe maxime de funcționare, la dimensiuni geometrice minime ale circuitului hidraulic, respectiv, gabarit și masă — minime — ale ansamblului convertizor și cu respectarea caracteristicilor specifice domeniului de utilizare.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 7—8, 9 fig., 3 ref. bibl.

CZ : 624.04

Popovici, A., Ștefănescu, A., Suprovici, P. : **Considerații asupra metodelor de calcul al structurilor platformelor fixe marine**

Realizarea, în țara noastră, a primelor platforme de foraj marin, fixate prin piloni bătuți, a ridicat o serie de probleme de mare dificultate, ca urmare a modului complex de solicitare a construcției, care implică utilizarea unor programe de calcul automat pentru determinarea eforturilor în elementele structurii, precum și verificarea rezistenței acestor elemente printr-o metodologie nouă. Articolul face o sinteză a metodelor de calcul utilizate (analiză statică, dinamică, sau de rezistență) și trasează direcțiile cercetărilor viitoare pentru perfecționarea metodelor actuale.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 7—8, 8 fig., 6 ref. bibl.

CZ : 621.24 : 22

Grădișteanu, I., Rădulescu, A., Nicolescu, B. : **Noi realizări constructive în optimizarea acționării directe a sapei pe talpă**

Lucrarea prezintă rezultatele cercetărilor teoretice și experimentale, obținute în urma asimilării și utilizării turbinelor de foraj cu reductor de turație și a motoarelor elicoidale de fund. În cazul turbinelor, pentru forajul de mare adîncime se recomandă utilizarea unui reductor cu ulei, închis, iar pentru forajul de adîncime medie este indicată folosirea unui reductor deschis. Motoarele elicoidale, fiind mașini hidraulice volumetrice, turația este funcție numai de debit, iar momentul depinde de scăderea de presiune din motor.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 7—8, 9 fig. 2 tab.

CONTENTS

DC : 665.5.002.5

Mihăilescu, A., Bucur, Gh., Gorduza, Steluța : **Development of Oilfield Equipment in Romania in Accordance with the Domestic and World Requirements and in Terms Reaching as far as 1990—2000 . . . 2010**

The paper dwells on the present stage and the development trends of the oilfield equipment manifest on a national and world scale, while establishing the development lines and scientific research objectives in direct connection with the manufactu ring and operating technologies in terms reaching as far as 1990—2000 . . . 2010.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 7—8, 2 fig., 5 tables, 14 bibl. papers

DC : 675.5 : 622.323

Cristea, V. : **Analysis of the performances Scored by the Component Equipments of the Drilling Rigs Hoisting System**

The paper makes an analysis of the performances scored by the component equipments of the drilling rigs hoisting system function of the drilling depth and rig design. The main parameters given fall within the following categories : functional, dimensional, design and endurance type. Starting from statistic data, these parameters are correlated with the rig drilling depth. Specific parameters and indices are equally pointed out characterizing a rig drilling period and the servicing life of drilling rigs.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 7—8, 2 tables, 2 bibl. papers

DC : 665.5.002.5

Mihăilescu, A., Vișoiu, D., Ștefănescu, A., Cosma, Raluca : **Fixed Off-shore Drilling Platforms for the Black Sea**

The first fixed off-shore drilling platforms designed by I.P.C.U.P. are operating in the Romanian continental shelf of the Blak Sea in 52 m deep water and can support 9 rigs each. The paper describes their appointment manner, as well as the main equipment rigged up on these platforms as part of the first preliminary production system. The authors have worked out own methods for calculating and designing the metal grillage and pier foundation finalized into automated computing programmes.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 7—8

DC : 665.5.002.5

Rață, P. : **Technical Conditions and Design Solutions for Drilling Rigs and Other Oilfield Equipment for Aggressive Environment Duty**

The paper studies the main technical conditions, design solutions and steps to be taken or either solved when dealing with oilfield tools, installations and equipment operating in low temperature clime areas, in the desert or in secluded places, in swamps, jungle or areas difficult of access.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 7—8, 7 fig.

DC : 622.002.5

Grădișteanu, I., Mihăilescu, A., Pelle, V., Șchiopu, D., Irimie, S. : **The Range of Level Drifting Installations Meant for River Harnessing and Mines for Oil Production**

The paper presents the main technical, functional and design characteristics for level drifting installations in full section meant for river harnessing, mines or underground transport tunnels. A study of tables 5, 6 and 7 results in the fact that the performances of the Romanian installations compare well with those of similar installations turned out by firms of established reputation in the U.S.A. and the Federal Republic of Germany.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 7—8, 1 fig., 7 tables

DC : 675.5 : 622.323

Peligrad, N. : **Theoretical and Experimental Contributions Concerning Hydraulic Losses into Single-Stage Hydraulic Torque Converters Designed for Drilling Rigs**

Single-stage hydraulic torque converters designed by I.P.C.U.P. belong to the drilling rigs driving system. The paper presents a general method for establishing the hydraulic lost coefficient of these converters for all operating duties, from the converter locking (output rotation speed : $n_2 = 0$), up to its racing (output torque: $M_2 = 0$), starting from their power characteristics measured by test stands and the geometrical elements determining the hydraulic circuit.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 7—8, 13 fig., 1 bibl. papers

DC : 675.5 : 622.323

Peligrad, N. : **Optimization of the Designing Calculation of Single Stage Hydraulic Torque Converters Designed for Drilling Rigs**

The optimization calculation relies on the relations obtained between the blading inlet and outlet angles (for a certain form of hydraulic circuit) and the converter power characteristics. The aim in view has been the obtaining of maximum operating performances for minimum geometrical dimensions of the hydraulic circuit, namely minimum overall size and weight, of the converter unit, while observing the specific characteristics of the relevant field of use.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 7—8, 9 fig., 3 bibl. papers

DC : 624.04

Popovici, A., Ștefănescu, A., Suprovici, P. : **Consideration into the Computation Methods for the Strucre of Fixed Off-shore Drilling Platforms**

When the first off-shore drilling platforms fastened by tampered poles were achieved in our country, a series of highly difficult problems arose as a result of the construction stress complex manner, which called for the use of automated computing programs for establishing the stress of the structural elements, as well as for the use of a new method to test the strength of elements. The paper undertakes a synthesis of the computation methods used (static, dynamic or strength analysis), while blazing the trail of future research for improving the present methods.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 7—8, 8 fig., 6 bibl. papers

DC : 621.24 : 621.2

Grădișteanu, I., Rădulescu, A., Nicolescu, B. : **New Design Achievements in Optimizing the Direct Action of the Bit on the Bottom**

The paper presents the results of theoretical and experimental research obtained as a consequence of taking up and using turbodrills with speed reduction unit and helical bottom motors. In the case of turbines, a closed oil reducer is recommended for deepwell drilling, while an open reducer is suitable for average depth drilling. As helical motors are volumetric hydraulic machines, their rotation speed depends only upon the output while the moment is function of the motor pressure drop,

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 7—8, 9 fig., 2 tables

СОДЕРЖАНИЕ

УДК : 665.5.002.5

Михэилеску, А., Букур, Г., Гордуза, Стелуца : **Развитие нефтедобывающего оборудования в С.Р. Румынии в соответствии с внутренними и международными требованиями в перспективе 1990—2000 ... 2010 гг.**

Работа отражает настоящее состояние и тенденции развития в мировом и национальном масштабе нефтедобывающего оборудования, устанавливает направления развития и объекты научного исследования в прямом соотношении с технологиями производства и эксплуатации в перспективе 1990—2000 ... 2010 гг.

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8, 2 рис., 5 табл., 14 лит.

УДК : 675.5 : 622.323

Кристеа, В. : **Анализ качественных параметров устройств, входящих в состав системы маневрирования буровых установок**

В работе рассмотрены качественные параметры составных устройств систем маневрирования буровых установок в зависимости от глубины бурения и конструкции скважины. Приведены основные параметры, сгруппированные в следующих категориях : функциональные, размерные, конструктивные параметры и параметры долговечности. Эти параметры увязаны на основе статистических данных с глубиной бурения скважины. Выявлен и ряд параметров и специфических показателей, характеризирующих период разбуривания скважины и срок службы буровых установок.

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8, 1 рис., 2 табл., 2 лит.

УКД : 665.5.002.5

Михэилеску, А., Вишою, Д., Штефэнеску, А., Косма, Ралука : **Неподвижные платформы для нефтяных разработок в Черном Море**

Первые неподвижные нефтедобывающие платформы, спроектированные Проектно-исследовательским институтом по нефтедобывающему оборудованию ИПКУП, работают на румынском континентальном плато Черного Моря в воде до 52 м глубины и могут выдерживать по 9 буровых вышек. Дальше в статье описывается способ их размещения, а также основное оборудование, установленное на этих платформах в рамках первой системы пробной (предварительной) добычи. Для расчета и проектирования решеточных металлических структур и фундаментах на пилонах, авторы разработали собственные методы, выраженные в программах автоматического расчета.

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8, 7 рис.

УКД : 665.5.002.5

Рацэ, Р. : **Технические условия и конструктивные решения для буровых установок и другого нефтедобывающего оборудования, предназначенного для работы в агрессивных средах**

В статье рассматриваются основные технические условия, конструктивные решения и мероприятия, которые необходимо принять или решить для инструментов, нефтедобывающих установок и оборудования, работающих в климатических зонах с низкой температурой, в пустыни или в изолированных зонах как в балотах, джуглях, или в зонах с неровной поверхностью.

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8, 7 рис.

УДК : 622.002.5

Михэилеску, А., Пелле, В., Грэдиштеану, И. : **Гамма установок для бурения горизонтальных галерей, предназначенных для гидроэнергетического и горного оборудования для добычи нефти**

В работе представлены основные технические, функциональные и конструктивные характеристики установоко для бурения горизонтальных галерей, в сплошном сечении, предназначенных для гидроэнергетического и горного оборудования или для туннелей подземного транспорта. Из рассмотрении таблиц 5, 6 и 7 вытекает, что качественные параметры румынских установок полностью совпадают с параметрами аналоговых установок, производимых самыми известными фирмами в США и ФРГ.

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8, 1 рис., 7 табл.

УДК : 675.5 : 622.323

Пелиград, Н.: **Теоретический и экспериментальный вклад в изучение гидравлических потерей и одноэтажных гидравлических преобразователей для крутящего момента, предназначенных для буровых установок**

Одноэтажные моментные гидравлические преобразователи, спроектированные Проектно-исследовательским институтом по нефтедобывающему оборудованию ИПКУП относятя к системе привода буровых установок. В статье приведен общий метод определения коэффициентов гидравлических потерей в этих преобразователях для всех режимов работы, с блокировки преобразователя (выходная частота вращения $n_2=0$) до упаковки (выходной момент : $M_2=0$), исходя из их энергетических характеристик, измеренных на испытательном стенде и геометрических элементов, определяющих гидравлическую цепь.

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8, 7 рис., 1 библ.

УКД : 675.5 : 622.323

Пелиград, Н. : **Оптимизация расчета при проектировании одноэтажных моментных гидравлических преобразователей, предназначенных для буровых установок**

Расчет оптимизации основывается на получении определнных соотношений между входными и выходными углами наборов лопаток (для определенной формы гидравлической цепи) и энергетических характеристик преобразователя. Авторы имели в виду достижение максимальных параметров функционирования при минимальных геометрических размерах гидравлической цепи, то ести минимальном габарите и весе узла преобразователя и при соблюдении характеристик, специфических для данной области применения.

Construcţia de maşini, 36 (1984),
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8, 9 рис., 3 библ.

УДК : 624.04

Попович, А., Штефэнеску, А., Супрович, Р. : **Соображения по методам расчета структур морских неподвижных платформ**

Реализация в нашей стране первых морских буровых платформ, установленных при помощи забитых пилонов, поставила ряд очень трудных проблем, в следствии комплексного способа нагрузки конструкции, что вызывает использование программ автоматического расчета для определения усилий в элементах структуры, а также проверку прочности этих элементов на основе новой методики. Статья дает обзор используемых расчетных методов (статический, динамический анализ, прочности) и определяет направления дальнейших исследований в целях усовершенствования настоящих методов.

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8 8 рис., 6 библ.

CZ : 621.25

Grădişteanu, I., Rădulescu, A., Onică, C.: **Soluţii noi în construcţia agregatelor de pompare pentru ţiţei în instalaţiile de suprafaţă**

Articolul descrie soluţiile constructive şi, tehnologia de prelucrare a pompelor elicoidale destinate vehiculării ţiţeiului şi apelor reziduale în instalaţiile de suprafaţă, într-o gamă largă de presiuni şi debite. Se utilizează pompe speciale, capabile să realizeze aceleaşi operaţii, cu o siguranţă sporită în exploatare, mai uşoare şi necesitînd un număr redus de intervenţii.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 7—8, 3 fig. 1 tab.

CZ : 621.25

Lovcev, S., Sidorenco, O., Grădişteanu, I., Gavrilenco, V.: **Contribuţii teoretice privind optimizarea constructivă a pieselor de uzură ale pompelor de foraj**

După studierea teoretică a proceselor care au loc în timpul procesului de uzură a părţilor hidraulice ale pompelor de foraj, autorii recomandă o serie de măsuri ce trebuie respectate la construcţia cuplului piston-cămaşă, respectiv a supapelor, piese supuse la un grad înalt de solicitare, de a căror calitate depinde fiabilitatea în exploatare a pompelor de foraj.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 7—8, 3 fig.

CZ : 621.317.78

Tănase, N., Constantin, Gh.: **Contoare cu turbină pentru măsurarea debitelor fluidelor petroliere**

Articolul prezintă o gamă de aparate necesare pentru măsurarea debitelor fluidelor care circulă prin conductele sub presiune, din cadrul instalaţiilor petroliere. Bazată pe o serie de soluţii originale, aparatura descrisă este robustă, sigură şi destul de precisă, cu o aplicabilitate ce poate fi extinsă şi în alte domenii ale tehnicii. Realizarea ei în ţară aduce importante avantaje economice :

— elimină importul ;

— creează posibilităţi de export al unui aparat nou, destinat instalaţiilor de foraj şi de extracţie a ţiţeiului şi gazelor.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 7—8, 14 fig., 5 tab., 16 ref. bibl.

CZ : 331.015.11

Costin, I., Mihăilescu, A., Rădulescu, A., Popovici V.: **Restabilirea relaţiilor de lucru ergonomice pentru sondorul şef**

În condiţiile actuale, rolul sondorului şef a devenit extrem de dificil. Forajul la mare adîncime, ori forajul marin au impus tehnologii complicate şi instalaţii grele, cu implicaţie directă asupra cantităţii, complexităţii şi frecvenţei informaţiilor pe care sondorul şef le recepţionează, precum şi a unor manevre pe care acesta nu le mai poate executa manual, în prezent. Pentru crearea unor condiţii ergonomice de muncă în acest post, autorii propun introducerea televiziunii cu circuit închis, a unui sistem de frînare mecanizat (cu presiune reglabilă asupra frînelor) şi a unui pupitru de comandă dispus orizontal şi în arc de cerc, totul închis într-o cabină izolată fonic şi termic.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 7—8, 5 fig., 1 tab.

CZ : 621.318 : 665.5

Babskow, A., Dumitrescu, S., Manu, G., Niţu, N.: **Contribuţii la realizarea aparaturii pentru investigarea geofizică a sondelor prin metoda carotajului inductiv**

Pentru determinarea rezistivităţii formaţiunilor geologice — parametru care reflectă conţinutul straturilor colectoare de hidrocarburi — se utilizează metoda carotajului de inducţie. După ce se expune principiul metodei folosite, sînt prezentate considerentele de bază care au condus la proiectarea dispozitivului de sondă şi a panoului de rezistivitate, în condiţiile asigurării unui înalt grad de integrare cu componente de fabricaţie internă. Dispozitivul de sondă funcţionează corespunzător pînă la o temperatură de 125°C, respectiv o presiune de 80 MPa, iar panoul de rezistivitate prelucrează semnalul de suprafaţă (de conductivitate), realizînd corecţia efectului pelicular („skin-effect").

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 7—8, 12 fig. 8 ref. bibl.

CZ : 621-52 : 681.31

Dumitrescu, S., Grigorescu, N., Tomescu, A.: **Cabine tehnologice de tip „GEOFOR" pentru conducerea asistată de calculator a procesului de foraj**

Cabina tehnologică de tip „GEOFOR", destinată instalaţiilor de foraj convenţionale produse în România, este dotată cu aparatură de măsură şi control centralizat şi elemente de automatizare, semnalizare şi alarmare şi asigură un control continuu — calitativ şi cantitativ — al procesului de foraj prin :

— centralizarea datelor ;

— evitarea accidentelor tehnice, semnalizînd depăşira valorilor prescrise ;

— posibilitatea stabilirii unor programe optimizate pentru sonde forate pe aceeaşi structură ;

— verificarea carotelor şi analiza detritusului şi conţinutului de gaze dizolvate în fluidul de foraj.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 7—8, 5 fig. 1 tab., 5 ref. bibl.

CZ : 622.276

Oprea, D.: **Consideraţii asupra colectării, separării, tratării şi transferului, în sistem închis, ale ţiţeiului şi gazelor asociate în şantierele petroliere de uscat din România**

Lucrarea prezintă o concepţie proprie care a stat la baza elaborării programului de asimilare a echipamentelor şi utilajelor modulare şi tipizate necesare colectării, separării, tratării şi transferului ţiţeiului şi gazelor asociate, în sistem închis, în schelele petroliere din România. Asimilarea şi introducerea sistemului preconizat în industria extractivă, poate conduce la obţinerea unui surplus de ţiţei de 6—7%, faţă de cantitatea produsă.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 7—8, 4 fig. 13 ref. bibl.

CZ : 631.315

Sorian, O., Croitoru, P.: **Realizări şi perspective ale aplicării burării în fabricaţia de utilaj petrolier**

După o succintă prezentare a procedeului de burare, a caracteristicilor fizice şi tehnice ale straturilor de boruri, lucrarea prezintă rezultatele obţinute pe un lot experimental de sape de foraj avînd butonii de lagăr durificaţi prin burare. În final, sînt prezentate considerente şi exemple de repere din utilajul petrolier la care autorii consideră că se justifică examinarea fezabilităţii şi eficienţei burării.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 7—8, 3 tab., 2 ref. bibl.

DC : 621.25

Grădişteanu, I., Rădulescu, A., Onică, C.: **New Design Solutions for Crude Pumping Units in Surface Installations**

The paper describes the design solutions and the processing technology of helical pumps designed for circulating crude and waste water in surface installations in a wide range of pressures and outflows. Special pumps are used able to perform the same operations while providing safer working conditions, being lighter and requiring less overhauls.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 7—8, 3 fig., 1 table

DC : 621.25

Lovcev, S., Siderenco, O., Grădişteanu, I., Gavrilenco, V.,: **Theoretical Contributions to Optimizing the Design of Wear Components for Drilling Pumps.**

Following the theoretical study of the processes taking place during the wear process of drilling pumps hydraulic components, the authors recommend a series of measures to be observed when manufacturing the piston-liner pair and the relevant valves, which are components undergoing great stress and whose quality determines the reliable operation of drilling pumps.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 7—8, 3 fig.

DC : 621.317.78

Tănase, N., Constantin, Gh.: **Turbine Meters for Oil Fluids Rate.**

The paper presents a range of instruments necessary for measuring the rate of pressure fluids circulating through the piping of oilfield instalations. The instruments described incorporate a series of original solutions, are reliable and fairly accurate and can be used in other technical fields as well. The important economic advantages accruing from their being manufactured at home include :

— imports are eliminated ;

— possibilities are created for the exportation of a new instrument designed for oil and gas drilling and production installations.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 7—8, 14 fig., 5 tables, 16 bibl. papers

DC : 331.015.11

Costin, I., Mihăilescu, A., Rădulescu, A., Popovici, V.: **Re-establishing Ergonomic Working Relations for the Head Driller.**

Under present — day conditions, the part played by the head driller has become extremely difficult. Deep well drilling and off shore drilling have called forth sophisticated technologies and heavy instalations with direct influence upon the quantity, complexity and frequency of information received by the head driller, as well as upon certain operations that he can no longer perform manually at present. In order to create ergonomic working conditions for this position, the authors suggest the introduction of closed loop television, a mechanized braking system (with adjustable brake pressure) and a sectorial control desk horizontally placed inside a sound and heat insulated cab.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 7—8, 5 fig., 1 table

DC : 621.318. : 665.5

Babskow, A., Dumitrescu, S., Manu, G., Niţu, N.: **Contributions to Achieving Instrumentation for Well Geophysical Investigation by Induction Logging.**

The method of induction logging is used for establishing the system of beds resistivity, a parameter showing the content of hydrocarbon reservoir strata. After explaining the principle of the method used, the authors present the main reasons that have induced the desingning of a well device and resistivity panel incorporating components of domestic make to a large extent. The well device scores a good operation up to a temperature of 125°C and a pressure of 80 MPa, while the resistivity panel processes the surface (conductivity) signal and achieves the skin-effect correction.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 7—8, 12 fig., 8 bibl. papers

DC : 621-52 : 681.31

Dumitrescu, S., Grigorescu, N., Tomescu, A.: **GEOFOR Technological Cabs for Computer Assisted Control of the Drilling Process.**

The GEOFOR technological cab designed for conventional drilling rigs made in Romania is equipped with central measuring and control instruments, automation, signalling and warning elements and secures a continuous quality and quantity control of the drilling process by :

— centralized data ;

— avoidance of technical accidents by signalling the preset values excess ;

— the possibility to draw out optimized programs for wells drilled into the same kind of bed ;

— a core check and analysis of the drill cuttings and the content of gas dissolved into the mud fluid.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 7—8, 5 fig., 1 table, 5 bibl. papers

DC : 622.276

Oprea, D.; **Considerations into Collecting, Separing, Treating and Closed System Transferring Crude and Mixed Gases in On-shore Oilfields of Romania.**

The paper presents an own design that underlies the program for taking up equipments and installations of modular types and sizes necessary for collecting, separing, treating and transferring crude and mixed gas according to a closed system in the Romanian oilfields. The taking up and introduction of the relevant system in the oil production industry can lead to a crude excess of 6—7 % as compared to the previously obtained quantity.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 7—8, 4 fig., 13 bibl. papers

DC : 631.315

Sorian, O., Croitoru, P.: **Present Achievements and Future Trends of Boridation in the Manufacture of Oilfield Equipment.**

Following a short presentation of the boridation process, of the physical and technical characteristics of the boride layers, the paper deals with the results obtained with an experimental batch of drilling bits with boridation hardened bearing studs. In the end the paper presents certain considerations and instances of components for oilfield equipment illustrating the efficiency of boridation.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 7—8, 3 fig., 3 tables, 2 bibl. papers

CD : 621.24 : 621.22

Grădişteanu, I., Rădulescu, A., Nicolescu, B.: **Nouvelles réalisations constructives concernant l'optimisation de l'actionnement direct du trépan sur la semelle**

L'ouvrage présente les résultats des recherches théoriques et expérimentales, obtenus en assimilant et en utilisant les turbines de forage à reducteur de vitesse de rotation et les moteurs hélicoïdaux de fond. Pour le forage de grande profondeur, on recommande — dans le cas des turbines — l'utilisation d'un réducteur à huile, fermé; pour le forage de profondeur moyenne, on recommande l'utilisation d'un réducteur ouvert. Les moteurs hélicoïdaux étant des machines hydrauliques volumétriques, leur vitesse de rotation dépend seulement du débit et le moment dépend de la chute de pression dans le moteur.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 7—8, 9 fig., 2 tabl.

CD : 621.25

Grădişteanu, I., Rădulescu, A., Onică, C.: **Nouvelles solutions pour la construction des groupes de pompage du pétrole, dans les installations de surface**

L'article décrit les solutions constructives et la technologie d'usinage des pompes hélicoïdales destinées à véhiculer le pétrole et les eaux résiduaires dans les installations de surface, en une large gamme de pressions et de débits. On utilise des pompes spéciales, capables de réaliser les mêmes opérations, mais offrant une sécurité accrue dans l'exploitation, d'un poids réduit et exigeant un nombre d'interventions moindre.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 7—8, 3 fig., 1 tabl.

CD : 521.25

Lovcev, S., Sidorenco, O., Grădişteanu, I., Gavrilenco, V.: **Contributions théoriques au sujet de l'optimisation constructive des pièces d'usure des pompes de forage**

Après l'étude théorique des processus qui se déroulent pendant le phénomène d'usure des parties hydrauliques des pompes de forage, les auteurs recommandent une série de mesures à observer lors de la construction du couple piston-chemise et soupapes; ce sont des pièces soumises à un haut degré de contraintes et de leur qualité dépend la fiabilité des pompes de forage dans l'exploitation.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 7—8, 3 fig.

CD : 621.317.78

Tănase, N., Constantin, Gh.: **Compteurs à turbine pour la mesure du débit des fluides pétroliers**

L'article présente une gamme d'appareils servant à mesurer le débit des fluides circulant dans les conduites sous pression des installations pétrolières. Construit selon une série de solutions originales, l'appareillage décrit est robuste, sûr et suffisamment précis, susceptible d'être utilisé aussi dans d'autres domaines de la technique. La réalisation de cet appareillage dans notre pays offre d'importants avantages d'ordre économique, notamment :

— on élimine l'importation ;

— on crée des possibilités d'exportation d'un appareillage roumain nouveau, destiné aux installations de forage et d'extraction du pétrole et des gaz.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 7—8, 14 fig., 5 tabl., 16 ref.

CD : 331.015.11

Costin, I., Mihăilescu, A., Rădulescu, A., Popovici, V.: **La création de conditions de travail ergonomiques pour le chef sondeur**

Le rôle du chef sondeur est devenu très difficile dans les conditions actuelles. Le forage de grande profondeur et le forage marin ont imposé des technologies compliquées et des installations lourdes, avec des implications directes sur la complexité et la fréquence des informations reçues par le chef sondeur, ainsi que sur une série de manoeuvres qu'il ne peut plus exécuter manuellement à présent. Afin de créer des conditions de travail ergonomiqus à ce poste, les auteurs proposent l'adoption de la télévision en circuit fermé, d'un système de freinage mécanisé (avec pression reglable sur les freins) et d'un pupitre de commande disposé horizontalement et en arc de cercle — le tout enfermé dans une cabine pourvue d'isolation phonique et thermique.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 7—8, 5 fig., 1 tabl.

CD : 621.318:665.5

Babskow, A., Dumitrescu, S., Manu, G., Niţu, N.: **Contributions à la réalisation de l'appareillage pour l'investigation géophysique des puits de pétrole en utilisant la méthode du carottage inductif**

Pour déterminer la résistivité des formations géologiques — paramètre reflétant le contenu des couches colectrices d'hydrocarbures — on utilise la méthode du carottage d'induction. L'article expose premièrement le principe de la méthode utilisée et présente ensuite les considérations de base qui ont conduit à la conception du dispositif de puits et du panneau de résistivité, les composants respectifs provenant surtout de la fabrication nationale. Le dispositif de puits fonctionne de manière correspondante jusqu'à une température de 125°C et une pression de 80 MPa; le panneau de résistivité traite le signal de surface (de conductivité) en réalisant la correction de l'effet pelliculaire („skin-effect").

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 7—8, 12 fig., 8 réf.

CD : 621-52:631.31

Dumitrescu, S., Grigorescu, N., Tomescu, A.: **Cabines technologiques de type „GEOFOR" pour diriger le processus de forage assisté par calculatrice**

La cabine technologique de type „GEOFOR", destinée aux istalations de forage conventionnelles construites en Roumanie, est dotée d'appareillage de mesure et de contrôle centralisé et d'éléments d'automation, de signalisation et d'alarme qui assurent un contrôle continu qualitatif et quantitatif — du processus de forage, par :

— la centralisation des données ;

— la possibilité d'éviter les accidents techniques car il signale le dépassement des valeurs prescrites;

— la possibilité d'établir des programmes optimisés pour les puits forés sur la même structure ;

— la vérification des carottes et l'analyse du détritus et de la teneur en gaz dissous dans le fluide de forage.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 7—8, 5 fig., 1 tabl., 5 ref

---

CD : 622.276

Oprea, D.: **Considérations sur la collecte, la séparation, le traitement et le transfert, en circuit fermé, du pétrole et des gaz associés dans les chantiers pétroliers de Roumania**

L'ouvrage présente une conception propre ayant conduit à l'élaboration du programme d'assimilation des équipements et des outillages modulés et standardisés nécessaires à la collecte, la séparation, le traitement et le transfert du pétrol et des gaz associés, en système fermé, dans les chantiers pétroliers de Roumanie. L'adoption de ce système dans l'industrie extractive est capable de conduire à l'obtention d'un supplément de pétrole de 6—7%. par rapport à la quantité produite usuellement.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 7—8, 4 fig., 13 réf.

CD : 631.315

Sorian, O., Croitoru, P.: **Réalisations et perspectives de l'application de la boruration à la fabrication de l'outillage pétrolier**

Après une succinte présentation du procédé de boruration et des caractéristiques physiques et techniques des couches de borures, l'ouvrage présente les résultats obtenus avec un lot expérimental de trépans de forage ayant les boutons de palier durifiés par boruration. Finalement on présente des considérations et des exemples d'éléments de l'outillage pétrolier que les auteurs considèrent aptes à marquer l'efficience de la boruration.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 7—8, 3 fig., 3 tabl., 2 réf.

DK : 621.24:621.22

Grădişteanu, I., Rădulescu, A., Nicolescu, B.: **Neue bautechnische Leistungen in der Optimierung des direkten Bohrmeißelantriebs auf der Bohrlochsohle**

Im Beitrag werden die Ergebinsse der theoretischen und experimentellen Untersuchungen präsentiert, die infolge der Überleitung in die Produktion und der Anwendung der Bohrturbinen mit Untersetzungsgetriebe und der Bohrlochsohle-Schneckenmotoren erzielt wurden. Im Falle der Turbinen für die sehr tiefen Bohrungen wird die Verwendung eines geschlossenen Getriebes mit Öl empfohlen, während für die Bohrungen mittlerer Tiefe, die Verwendung eines offenen Getriebes angezeigt ist. Da die Schneckenmotoren volumetrische hydraulische Maschinen sind, wird ihre Drehzahl nur durch den Durchsatz bestimmt, während der Drehmoment vom Druckabfall im Motor abhängig ist.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 7—8, 9 Fig., 2 Tab.

DK : 621.25

Grădişteanu, I., Rădulescu, A., Onică, C.: **Neue Lösungen im Bau der Pumpaggregate zur Rohölförderung in den übertägigen Anlagen**

Im Beitrag werden die bautechnischen Lösungen und die Bearbeitungstechnologie für Schneckenpumpen beschrieben, die zur Rohöl — und Abwasserförderung in den übertägigen Anlagen in einem breiten Druck — und Durchsatzbereich bestimmt sind. Verwendet werden Sonderpumpen, die fähig sind, diese Arbeitsgänge mit erhöhter Betriebssicherheit durchzuführen; sie sind leichter und erfordern eine geringere Anzahl von Eingriffen.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 7—8, 3 Fig., 1 Tab.

DK : 621.25

Lovcev, S., Sidorenco, O., Grădişteanu, I., Gavrilenco, V.: **Theoretische Beiträge zur bautechnischen Optimierung der Bohrpumpenverschleißteile**

Nach der theoretischen Untersuchung der Prozesse, die während des Verschleisses der hydraulischen Bohrpumpenteile stattfinden, empfehlen die Autoren eine Reihe von Maßnahmen, die im Bau der Gruppe Kolben-Zylinderwand, bzw. der Ventile berücksichtigt werden müssen, Bauteile die einer strken Beanspruchung ausgesetzt sind und deren Qualität die Zuverlässigkeit der Bohrpumpen während des Betriebs bestimmt.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 7—8, 3 Fig.

DK : 621.317.78

Tănase, N., Constantin, Gh.: **Zähler mit Turbine zur Durchflussmessung der Erdölflüssigkeiten.**

Im Beitrag wird eine Reihe von Geräten beschrieben, die zur Durchflußmessung der Flüssigkeit erforderlich ist, die in den Rohren der Erdölanlagen unter Druck gefördert werden. Die auf einer Reihe von originellen Lösungen beruhende beschrieben Apparatur ist robust, zuverlässig und hinreichend genau: ihr Anwendungsbereich kann auch auf andere Gebiete ausgeweitet werden. Ihr Bau im Land bietet wichtige wirtschaftliche Vorteile:

— die Ausschaltung der Importe;

— macht den Export eines neuen Geräts möglich, das für Erdöl — und Erdgasbohr — und — förderungsanlagen bestimmt ist.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 7—8, 14 Fig., 5 Tab., 16 Lit.

DK : 331.015.11

Costin, I., Mihăilescu, A., Rădulescu, A., Popovici, V.: **Wiederherstellung der ergonomischen Arbeitsbedingungen für die Überwachungskraft der Bohranlage.**

Unter den gegenwärtigen Bedingungen ist die Rolle der mit der Überwachung der Bohranlagen beauftragten Fachkraft besonders schwierig. Das sehr tiefe Bohren oder das Meeresbohren erfordern komplizierte Technologien und schwere Anlagen, die unvermittelt die Menge, Komplexität und Frequenz der von der Überwachungskraft empfangegen Informationen beeinflußt und setzten gewisse Manöver voraus, die nicht mehr wie bisher von Hand ausgeführt werden können. Zur Schaffung von ergonomischen Arbeitsbedingungen für diesen Posten schlagen die Autoren die Einführung des Industriefernsehens, eines mechanisierten Bremssystems (mit einstellbarem Druck auf die Bremsen) wie auch eines horizontal angeordneten Steuerpults in Form eines Kreisbogens vor, die alle in einer schall — und wärmeisolierten Kabine untergebracht werden.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 7—8, 5 Fig., 1 Tab.

DK : 621.318:665.5

Babskow, A., Dumitrescu, S., Manu, G., Niţu, N.: **Beiträge zur Entwicklung der Geräte für geophysikalische Erkundungsbohrungen unter Anwendung des induktiven Kernbohrverfahrens**

Zur Ermittlung des Widerstandsfähigkeit der geologischen Formationen — ein Parameter, der den Gehalt an Kohlenwasserstoffen in den Speicherschichten angibt — wird das induktive Kernbohren angewandt. Nach einer Beschreibung des Prinzips, auf dem das angewandte Verfahren beruht, werden die wichtigsten Erwägungen angeführt, die zur Entwicklung der Bohrvorrichtungen und der Widerstandstafel unter der Bedingung einer weitgehenden Nutzung der Baukomponenten inländischer Fertigung führten. Die Bohrvorrichtung weist einen entsprechenden Betrieb bis zu einer Temperatur von 125 °C, bzw. einem Druck von 80 MPa auf, während die Widerstandstafel das übertägige Signal (der Leitfähigkeit) verarbeitet und den Skineffekt ausgleicht.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 7—8, 12 Fig., 8 Lit.

DK : 621.52:631.31

Dumitrescu, S., Grigorescu, N., Tomescu, A.: **Technologische Kabinen vom typ GEOFOR für die rechnergestützte Leitung des Bohrprozesses**

Die technologische Kabine vom Typ GEOFOR, die für die in Rumänien gebauten konventionellen Bohranlagen bestimmt ist, ist mit Geräten zur zentralierten Messung und Prüfung wie auch mit Automatisierungs — Signal — und Warnanlagen ausgestattet und sichert eine kontinuierliche qualitative und quantative Überwachung des Bohrprozesses durch:

— die Zentraliserung der Meßwerte;

— die Ausschaltung der technischen Störungen durch das Signalisieren der Überschreitung der vorgeschriebenen Meßwerte;

— die Möglichkeit optimierte Programme festzulegen für Bohrlöcher, die auf gleicher Struktur niedergebracht werden;

— die Überprüfung der Bohrmeißel und die Analyse des in der Bohrflüssigkeit vorhandenen Detritus und der aufgelösten Gase.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 7—8, 5 Fig., 1 Tab., 5 Lit.

DK : 622.276

Oprea, D.: **Einige Betrachtungen über das Sammeln, Trennen, Behandeln und Fördern in geschlossenen Systeme der Erdöl — und Erdgasmischungen in den Erdöl — Festlandbetrieben in Rumänien.**

Im Beitrag wird ein eigenes Konzept präsentiert, auf dem die Ausarbeitung des Programms zur Überleitung in die Produktion der modulartig ausgeführten und typisierten Anlagen und Ausrüstungen beruht, die für das Sammeln, Trennen, Behandeln und Fördern der Erdöl — und Erdgasmischung in geschlossenem System in den Erdölbetrieben in Rumänien erforderlich sind. Die Überleitung in die Produktion und die Einführung des Systems in die Förderindustrie kann eine Steigerung um 6—7 % der erzielten Menge bewirken.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 7—8, 4 Fig., 13 Lit.

DK : 631.315

Sorian, O., Croitoru, P.: **Leistungen und Perspektiven in der Anwendung der Anreicherung mit Bor in der Fertigung der Erdölausrüstungen.**

Nach einer kurzen Beschreibung des Verfahrens zur Anreicherung mit Bor, der physikalischen und technischen Eigenschaften der Boratschichten werden im Beitrag die Ergebnisse präsentiert, die mit einem experimentell behandelten Satz von Bohrmeißeln, deren Lager durch Anreicherung mit Bor gehärtet sind, erzielt wurden. Abschließend werden einige Erwägungen wie auch Beispiele von Bauteilen der Erdölausrüstungen angeführt, für die die Autoren eine Überprüfung der Effektivität der Anreicherung mit Bor als berechtigt betrachten.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 7—8, 3 Fig., 3 Tab., 2 Lit.

УДК: 621.24 : 621.22

Грэдиштеану, И., Рэдулеску, А., Николаеску, В.: **Новые конструктивные достижения в оптимизации непосредственного действия долота на забой**

В работе приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований, полученные в результате освоения и использования буровых турбин с редуктором числа оборотов и донных винтовых двигателей. В случае турбин, для бурения на большой глубине рекомендуется использовать закрытый масляный редуктор, а для бурения на средней глубине рекомендуется использовать открытый редуктор. Так как винтовые двигатели являются объемными гидравлическими машинами, частота вращения зависит только от расхода, а момент зависит от падения давления в двигатале.

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8, 9 рис., 2 табл.

УДК: 621.25

Грэдиштеану, И., Рэдулеску, А., Оникэ, К: **Новые решения в конструкции агрегатов для подачи нефти в наземные установки**

В статье дается описание конструктивных решений и технологии обработки винтовых насосов, предназначенных для подачи нефти и отстаточных вод в наземные установки, в широком диапазоне давлений и расходов. Используются специальные насосы, способные выполнить те же операции с повышенной надежностью в эксплуатации, более легкие и которые не нуждаются в большом количестве ремонтов.

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8, 3 рис., 1 табл.

УКД: 621.25

Ловчев, С., Сидоренко, О., Грэдиштеану, И. Гавриленко, В.: **Теоретический вклад в конструктивную оптимизацию изнашиваемых деталей буровых насосов**

После теоретического изучения процессов, имеющих место во время изнашивания гидравлических элементов буровых насосов, авторы рекомендуют ряд мероприятий, которые должны быть соблюдены при конструкции пары поршень — гильза, соответственно клапанов — детали, которые подвергаются высокой степени нагрузки и от качества которых зависит надежность в эксплуатации буровых насосов.

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8, 3 рис.

УДК: 621.317.78

Тэнасе, Н,. Константин, Г.: **Турбинные счетчики для измерения расходов нефтяных жидкостей**

В статье представлена целая гамма приборов, необходимых для измерения расходов жидкостей, которые протекают под давлением по трубам в нефтедобывающих установках. Основанная на целую серию оригинальных решений, описанная аппаратура является прочной, надежной и достаточно точной с возможностью расширения ее применения и в других областях техники.

Ее реализация в стране приносит значительные экономические выгоды:

— устрняет импорт;
— создает возможности экспорта нового прибора, предназначенного для буровых установок и для добычи нефти и газов.

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8, 8 рис., 8 табл., 16 лит.

УДК: 331.015.11

Костин, И., Михэилеску, А., Рэдулеску, А., Попович, В.: **Установление рабочих эргономических отношений для главного бурильщика**

В настоящих условиях, роль главного бурильщика становится очень трудной. Бурение на большой глубине, или морское бурение потребовали применения сложных технологий и тяжелого оборудования, оказывающих непосредственное влияние на количество, сложность и частоту информаций, которые получает главный бурильщик, а также в отношении некоторых маневров, которые в настоящее время он не может выполнять вручную. Для создания некоторых эргономических условий работы на этом месте, авторы предлагают внедрение замкнутой телевизионной системы, механизированной тормозной системы (с регулируемым давлением на тормозы) и пульта управления, размещенного по горизонтали и по дуге окружности, все это включено в кабину с звуковой и термической изоляцией.

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8, 5 рис., 1 табл.

УДК: 621.318 : 665.5

Бабсков, А., Думитреску, С., Ману, Г., Ницу, Н.: **Вклад в реализации аппаратуры для геофизического исследования скважин методом индукционного каротажа**

Для определения удельного сопротивления геологических формаций — параметр, который отражает содержание слоев, коллектирующих углеводороды-используется метод индукционного каротажа. После изложения принципа используемого метода, представлены основные соображения, которые вызвали проектирование скважинного устройства и панели удельного сопротивления в условиях обеспечения высокой степени интеграции используя компоненты местного производства. Скважинное устройство работает соответствующим образом при температуре до 125°C, соответственно при давлении до 80 МПа, а панель удельного сопротивления обрабатывает поверхностный сигнал (удельной проводимости) выполняя коррекцию пленочного эффекта („skin-effect").

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8, 12 рис., 8 лит.

УДК: 621—52 : 681.31

Думитреску, С., Григореску, Н., Томеску, А.: **Технологические кабины типа „GEOFOR" для управления при помощи ЭВМ буровым процессом**

Технологическая кабина типа „GEOFOR", предназначенная для обычно выпускаемых в С.Р. Румынии буровых установок, оснащена аппаратурой для централизованного измерения и контроля и элементами автоматизации, сигнализации и тревоги и обеспечувает непрерывный контроль — по качеству и количеству — бурового процесса при посредстве:

— централизации данных;
— исключения технических акцидентов путем сигнализации при превышении предписанных значений;
— возможности установления некоторых оптимизированных программ для скважин на той же структуре;
— проверки кернов и анализа шлама и содержания газов, растворенных в буровой жидкости.

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8, 5 рис., 1 табл., 5 лит.

УДК : 622.276

Опреа, Д.: **Соображения по сборке, отделению, обработке и переносе в закрытой системе нефти и газов вместе на нефтедобывающих промыслах на суше в С.Р. Румынии**

В работе представлена собственная концепция, которая лежала в основе разработки программы освоения модульных и типизированных устройства и оборудования, необходимых для сборки, отделения, обработки и переноса нефти и газов вместе, в закрытой системе в нефтяных вышках в С.Р. Румынии. Освоение и внедрение данной системы в нефтедобывающую промышленность может привести к получению в добавке нефти до 6—7% по отношению к добываемому количеству.

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36, (1984), н. 7—8, 4 рис., 13 лит.

УДК : 631.315

Сориян, О., Кроитору, П.: **Достижения и перспективы применения обработки боридами в производстве дефтедобывающего оборудования**

После краткого представления способа обработки боридами, физических и технических характеристик боридовых слоев, в работе приведены результаты, полученные на экспериментальной партии буровых долотов с ужесточенными при посредстве обработки боридами таблетками подшипника скольжения. В конце, даны соображения и примеры деталей нефтедобывающего оборудования, для которых авторы считают обоснованным проведение испытания на экономичность и эффективность обработки боридами.

Construcţia de maşini,
(Машиностроение), 36 (1984), н. 7—8, 3 рис., 3 табл.

■ **Construcția de mașini este ramura purtătoare de progres tehnic pentru întreaga economie națională.**

■ **Asigură 35 % din producția industrială a țării, peste 40 % din contribuția industriei la crearea venitului național și peste 22 % din volumul exportului de produse.**

■ **Participă activ la excedentul valutar al țării.**

Produsul sau grupa de produse	Ponderea exportului în producția totală M.I.C.M. 1984
Din totalul producției marfă	**cca 45**
— la locomotive diesel hidraulice pentru magistrale	peste 90
— la vagoane marfă	cca 84
— la tractoare	cca 80
— la autoturism de teren	cca 79
— la utilaj petrolier	cca 60
— la rulmenți	cca 59
— la vagoane călători	cca 59
— la autoturisme de oraș	cca 54
— la autocamioane	cca 50

ÎN 1984 :

— creșterea valorică a producției-marfă, față de 1983, este de peste 12,4 % ;

— gradul de înnoire, cumulat, a fabricației : peste 62 % ; se vor asimila cca 900 de produse ;

— ponderea produselor principale la nivel mondial ridicat : 50 % ;

— se vor realiza peste 362 standuri de probă ;

— creșterea valorică a productivității muncii este de peste 12 %, față de 1983 ;

— se vor introduce în fabricație peste 250 tehnologii noi și modernizate ;

— cheltuielile materiale urmează să se reducă cu peste 44 lei (față de 1983) la fiecare 1000 lei producție marfă realizată ;

— realizăm fiecare milion la producție marfă cu circa 3 tone materie primă mai puțin ca în anul 1983 ;

— valorificarea resurselor materiale : 4,988 lei producție-marfă, pentru 1 leu materii prime ;

— numărul de tractoare produse în România (de la 26 decembrie 1946 și pînă la 30 aprilie 1984) este de 1 milion de bucăți, dintre care s-au exportat 610.000. Tractoarele românești se realizează în peste 30 de tipuri de bază, în mai mult de 300 de variante.

Puterea economică a industriei construcțiilor de mașini, la temelia progresului neîncetat al patriei, a prosperității întregii noastre națiuni

Petre PREOTEASA, ministru al industriei construcțiilor de mașini

„... construcția de mașini va continua să fie ramura cu cea mai dinamică dezvoltare".

NICOLAE CEAUȘESCU

(Raport la Congresul al XII-lea al P.C.R.)

În cele patru decenii care au trecut de la revoluția de eliberare socială și națională, antifascistă și antiimperialistă, poporul român a obținut victorii istorice în toate domeniile de activitate.

Întreaga dezvoltare economico-socială stă mărturie faptului că la temelia progresului continuu al societății noastre se află capacitatea Partidului Comunist Român de a mări permanent eficiența forței productive, de a da noi dimensiuni, cantitative și calitative, rodniciei muncii socialiste.

Noul cadru economic, politic și juridic, creat de partid — naționalizarea principalelor mijloace de producție — a pus bazele trecerii la organizarea și conducerea planificată a economiei naționale.

În cadrul planurilor cincinale, industria s-a dezvoltat continuu, devenind ramură conducătoare în economie: în prezent, România este de 53 de ori mai puternică industrial, decît în 1938.

După cel de-al IX-lea Congres al P.C.R., tovarășul Nicolae Ceaușescu a imprimat un suflu înnoitor întregii vieți economico-sociale a patriei noastre. Datorită spiritului său vizionar și gîndirii sale novatoare, s-au jalonat cu clarviziune proiecte realiste, bine fundamentate, în corelație cu condițiile de conjunctură economică mondială și pe deplin corespunzătoare aspirației de progres și civilizație a poporului nostru. Astfel, și politica de industrializare a țării, și-a aflat magistralele direcționări în doctrina politică și economică a secretarului general al partidului.

Dezvoltarea puternică a industriei și-a pus în mod hotărîtor amprenta și pe dezvoltarea celorlalte ramuri.

De-a lungul a mai multor cincinale, industria construcțiilor de mașini a adus, continuu, o contribuție tot mai importantă la realizarea obiectivelor cuprinse în planurile naționale unice de dezvoltare economico-socială a României.

Este meritul deosebit al tovarășului Nicolae Ceaușescu, că a asigurat, în permanență, ritmuri înalte de dezvoltare a construcțiilor de mașini, ritmuri superioare celorlalte ramuri industriale, tocmai în ideea fundamentală de a se constitui o temelie trainică, solidă, dezvoltării economiei naționale.

Secretarul general al partidului a acordat sprijin efectiv construcției de mașini, pentru ca această ramură să aibă o dezvoltare permanentă, cu o bază materială puternică și capabilă să fie purtătoare de progres tehnic, să asigure înzestrarea tehnică a economiei naționale, să rezolve, practic, orice problemă tehnică, oricît de complexă.

Meritã subliniat de ce construcției de mașini, prin documentele Congresului al XII-lea al partidului, îi este atribuit un rol atît de important în contextul general al dezvoltării impetuoase a economiei naționale.

În comparație cu alte ramuri industriale, preponderent finale, industria constructoare de mașini are o pondere ridicată în producția industrială, în export, în gradul de ocupare a forței de muncă și în produsul social al țării.

Totodată, această ramură este mult mai flexibilă, mai puțin poluantă, utilizează investiții specifice reduse pe locul de muncă creat și ocupă forța de muncă într-o structură foarte diversă de profesii și nivele de pregătire.

De asemenea, industria constructoare de mașini are posibilități mai mari de reducere a consumurilor de materiale și energie, datorită următoarelor aspecte:

— ramura construcțiilor de mașini intră în legături de producție, directe și indirecte, cu mult mai multe ramuri care acționează deja în acest scop;

— *în industria constructoare de mașini, datorită caracterului mult mai diversificat al progresului tehnic și a complexității ridicate a produselor, există rezerve mai mari de ridicare a gradului de valorificare a resurselor materiale.*

În același timp, reducerea consumurilor în construcțiile de mașini are o importanță deosebită pentru creșterea eficienței cheltuielilor materiale, atît la nivelul industriei, cît și al întregii economii naționale. Influența reducerii consumurilor specifice din construcțiile de mașini — ra-

Dinamica producției industriale

Tabelul 1

	1975	1980	1982	Ritmul mediu anual de creștere 1966—1982-procente
	1965 = 100			
Industrii — total	322	507	526	10,3
Construcții de mașini și prelucrarea metalelor	477	865	915	13,9
Construcții de mașini	514	918	968	14,3

Numărul mediu al personalului muncitor
[în mii oameni]

Tabelul 2

	1950	1965	1975	1980	1992
Industrie — total	813,5	1675,1	2802,1	3329,2	3469,5
Construcții de mașini și prelucrarea metalelor	172,9	406,0	912,2	1186,0	1247,4
Ponderea ramurii construcțiilor de mașini în numărul mediu al personalului muncitor din industrie [%]	21,3	24,2	32,6	35,6	36

mură predominant finală — se repercutează asupra tuturor celorlalte ramuri care îi preced în fluxul tehnologic de producție și cu care se află într-o multitudine de conexiuni. Astfel, reducerea consumului de laminate la execuția unor echipamente va influența asupra diminuării cererii de laminate, care — în continuare — va influența favorabil asupra necesarului de oțel, fontă, cocs și minereuri de fier ce se importă, încă, în mari cantități.

De aceea, conducerea partidului și statului nostru a trasat sarcini deosebit de complexe pentru construcția de mașini, în ceea ce privește dezvoltarea bazei proprii de materii prime și energie, modernizarea agriculturii, programul național de îmbunătățiri funciare, participarea mai activă și mai eficientă a României la diviziunea internațională a muncii, la excedentul valutar al țării, la creația tehnico-științifică universală.

Sintetic, industria construcțiilor de mașini este ramura cu cel mai ridicat potențial de producție, participînd cu 35 % la crearea producției globale industriale și cu 22 % la realizarea exportului de produse. Producția, prin mărimea și structura ei, satisface în proporție de aproximativ 80 % cerințele economiei naționale. Asigurarea necesarului intern este integrală la mijloace de transport auto și feroviar, tractoare și utilaj petrolier și de aproape 100 % la utilaj energetic, minier, alimentar, nave etc.

Această industrie consumă 32 % din produsele metalurgice și 9 % din cele ale chimiei, producția avînd un caracter material intensiv datorită ponderii mari (de cca 60 %) a utilajelor tehnologice pentru industrie, a mijloacelor de transport maritim și feroviar, a autovehiculelor pentru transport.

Exportul este dominat de produsele de serie cu tradiție în fabricație. Gradul de acoperire a importului prin export este de peste 500 %, pe relația devize convertibile și aproximativ 260 % pe relația CTS.

Competitivitatea produselor se aliniază la nivel mondial mediu, cu excepția unor produse cu tradiție în fabricație, cum sînt utilajul petrolier, excavatoarele, tractoarele, rulmenții etc.

Valorificarea la export a metalului încorporat în produse variază în limite de la 1 la 3 ori, fiind mai mare la utilajul petrolier, alimentar, frigorific și locomotive.

De la începutul cincinalului și pînă în prezent, s-au asimilat peste 2700 produse noi și modernizate, asigurîndu-se un grad de înnoire, cumulat, a fabricației de cel puțin 62 %. Nomenclatorul de produse al ramurii a fost completat permanent cu o serie de echipamente, utilaje și instalații solicitate de economia noastră socialistă și în scopul de a răspunde mult mai prompt la cererile partenerilor externi, cum sînt: cazan de mare capacitate de 1.035 t. ab/oră, cazan de 10 t. ab/oră pe lignit, cu ardere în strat fluidizat, grup hidro-energetic, tip bulb, de 27 MW pentru Porțile de fier II, turboagregat de 80/100 și 330 MW pentru termoficare, instalație de foraj F.125 — acționată electric, excavator hidraulic pe șenile de 2,5÷3,2 m.c., locomotivă diesel hidraulică de 180 CP, locomotive diesel electrice de 1500—4000 CP, autoturisme ARO cu motor diesel, troleibuz articulat cu echipament tiristorizat, grup diesel generator de 800 kVA, tractoare în peste 30 de tipuri de bază și în mai mult de 300 de variante, linii tehnologice de mare capacitate pentru preparat carne, morărit, panificație, patiserie, paste făinoase, lactoză și pentru îmbuteliat lichide, compresoare și instalații de frig, prese de forjat de 12.000 de tone, autobasculante grele de peste 100 tone etc. Lista acestora poate continua, dar lipsa de spațiu nu ne permite să nominalizăm toate cele 136.000 sortotipodimensiuni care se produc azi în construcția de mașini.

În perioada 1981—1985, s-au alocat fonduri importante de investiții; practic nu există întreprindere să nu fi beneficiat de dotări. Ca o consecință, vor intra în funcțiune capacități de producție de circa 80 miliarde lei, destinate, în special, fabricației de utilaj tehnologic, metalurgic, minier, mijloace de transport, mașini agricole și eliminării locurilor înguste din domeniul autovehiculelor, sectoarelor calde și acoperirilor de suprafață.

Personalul muncitor din unitățile noastre depășește cifra de 600.000, din care aproape 8% se regăsesc în activitatea de cercetare-proiectare. Productivitatea muncii a crescut an de an, fiind în permanență peste nivelul atins în industrie.

Dinamica productivității muncii pe o persoană

Tabelul 3

	1975	1980	1982	Ritmul mediu anual de creștere 1966—1982 —procente—
	1965 = 100			
Industrie — total	194	269	278	6,2
Construcții de mașini și prelucrarea metalelor	222	330	355	7,7

Dispunem astăzi de o rețea vastă de institute de cercetare științifică și inginerie tehnologică (21), practic pentru fiecare domeniu de activitate și grupă de produse.

Trebuie subliniat și faptul că în cadrul construcției de mașini își desfășoară activitatea trei institute tehnologice (pentru sectoare calde, sectoare reci și sudură), cu sarcina principală de a asigura rapid soluții tehnologice avansate, care să fie apte de aplicare și generalizare în întreprinderi. Se poate afirma că dispunem de un nomenclator de tehnologii în măsură să rezolve, pe bază de concepție proprie, problemele majore ale întreprinderilor (metode de lucru și realizarea de echipamente și instalații necesare). Acest lucru a fost confirmat prin rezolvarea, tot cu forțe proprii, a unor tehnologii prevăzute inițial din import.

★

★ ★

După această succintă trecere în revistă a principaleler aspecte din activitatea construcției de mașini, trebuie să reliefăm preocupările noastre și sarcinile prioritare ce revin acestei ramuri în cincinalul 1986—1990 și în perspectivă.

În cronica edificării societății socialiste multilateral dezvoltate, Congresul al XIII-lea al partidului va marca un eveniment de cea mai mare însemnătate pentru neîntrerupta evoluție a României spre progres și civilizație.

Cu deplin temei, se poate afirma că la baza strategiei de dezvoltare impetuoasă a României socialiste, și în viitorii ani, stă concepția și gîndirea științifică a secretarului general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu.

În domeniul economiei naționale, ideea fundamentală, pe care se structurează schița preliminară de dezvoltare economico-socială, în perioada 1986—1990 (aprobată la Plenara C. C. al P.C.R., din iunie 1984), o constituie îmbunătățirea nivelului tehnic și calitativ al produselor, reducerea consumurilor de orice natură și valorificarea superioară a materiilor prime și materialelor, creșterea mai accentuată a productivității muncii, a rentabilității producției, a eficienței întregii activități.

Realizările obținute pînă în prezent și baza tehnico-materială modernă creată ne îndreptățesc să afirmăm că, și în cincinalul viitor, prin ritmul său înalt de dezvoltare, această ramură va contribui decisiv la asigurarea dinamismului întregii economii naționale.

Obiectivele dezvoltării construcțiilor de mașini, care conduc la o concepție tehnico-economică unitară a cercetării științifice, dezvoltării tehnologice și progresului tehnic, în perioada 1986—1990 și cu orizont de timp 2000, se definesc, sintetic, astfel:

— asimilarea sistemelor de utilaje tehnologice complexe, care să susțină introducerea și dezvoltarea tehnologiilor moderne, de înaltă eficiență, pentru toate ramurile industriale, în primul rînd a celor destinate asigurării bazei energetice și de materii prime, deziderat care, așa cum sublinia tovarășul Nicolae Ceaușescu la Sesiunea Consiliului Suprem al Dezvoltării Economice și Sociale din iunie 1984, se află — permanent — în centrul activității noastre;

— asigurarea satisfacerii depline a necesarului de mașini pentru mecanizarea complexă a tuturor lucrărilor și realizarea sarcinilor din programele speciale: energetic, pentru modernizarea agriculturii, irigații, de îmbunătățiri funciare etc.;

— dezvoltarea, în continuare, a producției mijloacelor necesare efectuării transporturilor la nivel ridicat de eficiență, pe șine, pe șosele, pe apă și în aer;

— elaborarea tehnologiilor proprii de fabricație, inclusiv a echipamentelor tehnologice aferente, necesare producerii unor utilaje complexe de vîrf, cum sînt cele pentru energetica nucleară, industria aerospațială, a unor tehnologii noi care să conducă la valorificarea superioară a materialelor, la creșterea substanțială a productivității muncii, la apropierea de nivelul productivității muncii din industriile țărilor dezvoltate economic.

Analiza direcțiilor de dezvoltare, în perspectivă, a ramurii construcțiilor de mașini pentru perioada 1986—1990, precum și orientările cu orizont de timp anul 2000 evidențiază două mari categorii de obiective ale activității de cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și progres tehnic: una care vizează îndeplinirea programelor de interes național și cealaltă care vizează problemele majore ale ramurii.

Cele două obiective prioritare au ca numitor comun aportul tot mai mare al construcției de mașini la creșterea permanentă a exportului țării, la ridicarea generală a competitivității economiei românești.

Cerințele dotării economiei naționale și ale sporirii exportului pun, cu deosebită tărie, problemele schimbării producției, prin realizarea de ansamble tehnologice complexe, cu un grad maxim de agregare cu echipamente electrice și hidropneumatice, cu mijloace de automatizare și aparatură de control care să permită creșterea gradului de valorificare, reducerea consumurilor și a prețurilor unitare pe tipuri de utilaje.

De asemenea, este necesară creșterea randamentului în funcționare, mărirea contribuției la automatizarea producției și la creșterea productivității muncii în întreaga economie.

Sub îndrumarea tovarășei academician doctor inginer Elena Ceaușescu, cercetarea științifică din construcția de mașini, ca dealtfel întreaga noastră activitate de cercetare științifică și dezvoltare tehnologică, a obținut an de an progrese remarcabile.

Proiectul de Directive, care va fi propus aprobării Congresului al XIII-lea al partidului, reliefează rolul determinant pe care îl va avea în continuare această activitate, în contextul sarcinilor viitorului cincinal, mai ales, în înfăptuirea Programului de calitate pe perioada 1984—1990.

În scopul asigurării realizării sarcinilor mari la export, analiza pentru îmbunătățirea nivelului tehnic și calitativ al produselor s-a extins la toate produsele din fabricația curentă: peste 136.000 sortotipodimensiuni. Produsele reținute în vederea îmbunătățirii nivelului tehnic și calitativ reprezintă o pondere de cel puțin 75% din totalul producției marfă ce va fi realizată în perioada deceniului actual.

Trebuie să atingem următoarele nivele de calitate pe MICM.

Nivel de calitate

Tabelul 4

	Mondial	Mondial vechi	Sub nivelul mondial
I = existent 1983	26	54	20
II = aprobat 1984	50	35	15
III = prevederi 1985	76	14	10
IV = prevederi 1990	96	4	—

La finele anului 1990, ponderea produselor peste nivelul ridicat va fi de 2÷5%.

Pentru realizarea produselor propuse pe domenii, produse și grupe de produse, acționăm în continuare pe mai multe căi.

Îmbunătățirea generală a activității de reproiectare și modernizare a produselor

Se va îmbunătăți concepția celor în curs de asimilare și se va extinde nomenclatorul produselor la nivel de vîrf mondial. Ponderea produselor testate și atestate internațional va crește eșalonat de la an la an.

Va fi un efort tehnic fără precedent. Introducerea în fabricație a celor 2500 de produse noi și modernizate (în 1986—1990) va asigura un grad, cumulat, de înnoire de 75%, în 1985, realizat în sistemul de tipizare — unificat, aprobat.

Creșterea competitivității produselor la export *va avea loc diversificînd pe acelea care au prelucrare avansată și înaltă eficiență.*

Acționăm ca structura producției să fie radical îmbunătățită, după criterii apropiate de structura cererii internaționale, de alinierea la tendințele de evoluție a acesteia în prespectivă și de menținerea unui grad de specializare a exportului românesc pentru produsele care au reușit o bună penetrație pe piața externă.

În acest scop, vom utiliza mai mult capacitățile de producție din marile combinate de utilaj greu, din București, Cluj-Napoca și Iași, pentru a crea linii tehnologice complexe, **la cheie,** *cu precădere pentru export.*

Preconizăm să creștem ponderea utilajelor care au înglobată mult mai multă inteligență românească și pot fi vîndute într-o cantitate mai mare, cu peste 5.000 dolari/tonă.

Prin măsurile prevăzute în program, asigurăm ca valorificarea unei tone de materie primă încorporată în produsele destinate exportului să crească permanent, de cel puțin 2,5÷3 ori în 1990, față de nivelul actual.

Pentru a crea flexibilitate la export, s-au luat măsuri pentru pregătirea tehnică a fabricației în bune condiții. Astfel, acționăm ca toate sculăriile din sistema Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini să dubleze producția de SDV-uri, la finele lui 1986.

Extinderea mecanizării și automatizării pentru creșterea productivității muncii

Creșterea productivității muncii de peste două ori, pînă la finele anului 1990, se va întemeia în proporție de circa 60% pe progresul tehnic.

În acest scop, acordăm atenție tehnologiilor eficiente, mecanizării proceselor de producție, automatizării, folosirii microprocesoarelor și roboților industriali (mai ales în sectoarele calde) și proiectării asistate de calculator.

În sensul micșorării decalajului existent, vom introduce în ramura construcțiilor de mașini, în anii 1986—1990, peste 500 tehnologii noi și modernizate, orientate cu precădere spre extinderea tehnologiilor pentru turnarea de precizie, a tratamentelor termice în flux de electroni, cu plasmă, sudare în mediu de gaze protectoare, prelucrări electrochimice, cu laser, ultrasonice, deformare în cîmp electrostatic, vopsire electroforetică etc.

Efectele economice ale îmbunătățirii nivelului tehnic și calitativ al produselor *se reflectă în sporirea substanțială a indicatorilor de eficiență.*

Nivelul costurilor totale pentru ministerul nostru reprezintă o reducere față de planul pe 1984, în prețuri comparabile, de 62,1 lei în 1985, respectiv 216,1 lei în 1990, la fiecare 1000 lei producție-marfă. Aceasta înseamnă o sporire de circa 3 ori a ritmului anual de reducere în 1985 și de 2 ori în 1989—1990, comparativ cu media realizărilor din primii trei ani ai actualului cincinal.

Un alt obiectiv de bază este reducerea principalelor norme de consum.

Ne-am propus ca, în 1990, fiecare tonă de producție-marfă să o realizăm cu circa 2,7 tone laminate finite mai puțin ca în 1985. Pentru a ne încadra în aceste sarcini, vom implica mai mult institutele noastre de cercetare și proiectare, în sensul schimbării concepției constructive a produselor și a concepției tehnologice, care să conducă la reducerea greutății, la utilizarea de tehnologii economicoase, la îmbunătățirea parametrilor funcționali, la creșterea duratei de exploatare și a siguranței în funcționare.

Totodată, pentru ridicarea nivelului calității produselor, în scopul creșterii eficienței întregii activități, institutele noastre vor acționa pentru implementarea — pe scară largă, în producție — a electronicii și electrotehnicii, a automatizării și robotizării.

Se întreprind acțiuni viguroase pentru ridicarea competitivității fabricației, la principalele produse și grupe de produse.

Un obiectiv important este **dezvoltarea bazei de materii prime și energetice.**

În ceea ce privește **utilajul tehnologic pentru lucrări miniere în subteran,** *se are în vedere extinderea utilizării complexelor de săpare — susținere și încercare, săparea galeriilor cu utilaje tehnologice autopropulsate, extinderea automatizării pentru menținerea direcției de săpare, extinderea folosirii mașinilor de încărcat și transportat cu motoare diesel și a procedeelor de săpare a puțurilor și executare a suitorilor prin perforare-pușcare, cît și prin forare pe toată secțiunea lucrărilor.*

O problemă deosebită pentru concepția utilajului minier o constituie realizarea de echipamente adaptate condițiilor specifice zăcămintelor din țara noastră, alcătuite din straturi subțiri și foarte subțiri (lignit, huilă), orizontale, înclinate și ondulate.

În ceea ce privește transportul minier, *se vor mări debitele transportoarelor, se vor realiza transportoare automatizate, trenuri-siloz de mare capacitate și se vor echipa minele cu cel puțin două sisteme de transport.*

În domeniul exploatărilor la suprafață, *se prevede mărirea capacității utilajelor de excavare și haldare, creșterea puterii și a debitelor transportoarelor, aplicarea unor tehnologii avansate de transport, conducerea activității carierelor pe calculator.*

Pentru lucrări de preparare a substanțelor minerale utile, se vor asimila utilaje de mare capacitate pentru linii tehnologice (mori, mașini de flotație, filtre de vid ș.a.), echipamente pentru aplicarea de noi procedee fizico-chimice de extracție a metalelor din minereu (cu schimbători de ioni, cu solvenți organici, prin degazare sub presiune ș.a.) și se vor introduce sisteme automate de conducere optimală a proceselor de preparare.

În domeniul construcției de utilaj petrolier, *se va continua, amplifica și diversifica programul de foraj off-shore pentru hidrocarburi (în zone cu adîncimea apei peste 90 m). Vor fi abordate cercetări pentru extracția de minerale utile din zone marine. Se va continua și se va amplifica programul de foraj terestru de mare și foarte mare adîncime (între 10.000—15.000 m). Se va pune accent pe asimilarea echipamentelor rezistente la medii corozive (H_2S și CO_2), la presiuni ridicate (1400—2000 bari) și temperaturi peste 400°C. Se vor realiza echipamente complexe pentru creșterea factorului de recuperare a țițeiului de zăcămînt, prin metode avansate (injecție de abur în zăcămînt, combustie subterană la adîncimi mari). Se vor dezvolta echipamente de mare productivitate și anduranță sporită pentru extracția, separarea, colectarea și transferul în sistem închis al țițeiului.*

Se va diversifica echipamentul de foraj terestru pentru activități nepetroliere, în special forajul de diametru mare în scopuri miniere. Se vor realiza sisteme de conducere automată a procesului de foraj și de extracție a țițeiului (cu calculator de proces).

În domeniul construcției de utilaje energetice, *se va pune un accent deosebit pe realizarea de echipamente pentru conservarea energiei și pentru dezvoltarea producției de energie. Astfel, se vor realiza echipamente pentru recuperarea resurselor energetice secundare, turbine recuperatoare cu freon (15—1000 kW), turbine de detentă abur (15—1000 kW) și de detentă gaze (500—300 kW), cazane și instalații recuperatoare, echipamente pentru valorificarea resurselor energetice neconvenționale (captatoare și instalații solare, echipamente pentru utilizarea energiei geotermale, instalații pentru utilizarea biogazului și a deșeurilor menajere), pompe de căldură electrice echipate cu compresoare elicoidale și centrifugale și altele. Se vor realiza echipamente pentru extinderea termoficării, prin producerea combinată de energie electrică și termică, funcționînd pe șisturi bituminoase.*

Se va dezvolta construcția de cazane, orientată — în continuare — pe arderea cu randament cît mai ridicat a cărbunilor inferiori și șisturilor bituminoase, folosind arderea în strat fluidizat, arderea intensificată prin proces turbionar etc.

Se va continua programul de valorificare a potențialului hidroenergetic al țării, prin realizarea de hidroagregate și echipamente hidromecanice de mare performanță, evidențiindu-se turbinele hidraulice cu randamente de 89—93 %, turbinele-pompă, de tip bulb, axiale și radial-axiale. În același timp, se vor realiza, în continuare, microhidroagregatele necesare valorificării integrale a resurselor hidro de potențial redus.

În domeniul construcției de tractoare și mașini agricole, *se va asigura mecanizarea muncilor grele în agricultură și industrie ; se va înnoi gama de tractoare, punîndu-se accent pe creșterea performanțelor, reducerea consumurilor de combustibil, crearea de condiții mult mai bune pentru tractoriști și automatizarea comenzilor, în paralel cu reducerea cheltuielilor de exploatare. Tractoarele vor trebui să lucreze cu agregate multifuncționale, pentru efectuarea lucrărilor de mecanizare a agriculturii și prelucrare a solului, lucrări de semănat și plantat, de administrare a îngrășămintelor, de combatere a bolilor și dăunătorilor, de desecări, irigare și conservare a solului, de cultură a sfeclei, de transport și manipulare a produselor, în pomicultură și în viticultură.*

În ceea ce privește **mașinile agricole,** *se vor realiza utilaje noi, cu productivități ridicate, dintre care se evidențiază combinele pentru recoltat cereale în boabe, de recoltat porumb și știuleți*

depănușați (cu tocarea tulpinilor și recuperarea pănușilor), prese de balotat paie și fîn (cu baloturi paralelipipedice și cilindrice), mașini de recoltat fasole uscată, combine de recoltat cartofi ș.a. Se vor crea și introduce noi organe active, în special pentru reducerea consumului de energie.

În ceea ce privește **valorificarea superioară a materiilor prime agro-alimentare,** *pentru a se asigura satisfacerea crescîndă a cerințelor populației, se vor continua, amplifica și diversifica programele de asimilare a echipamentelor pentru prelucrarea produselor de proveniență animală și vegetală, la parametri superiori, în vederea obținerii de produse și subproduse de o calitate comparabilă cu aceea a produselor realizate pe plan mondial.*

Astfel, se vor realiza echipamente pentru introducerea unor noi procedee de prelucrare a cărnii (stimulare electrică, tratare termică cu microunde), a laptelui, (ultrafiltrare, osmoză inversă), pentru introducerea de noi tehnologii de conservare a legumelor și fructelor (tratare termică cu microunde, radiații ionizate și ultraviolete). Se vor aborda cercetările pentru realizarea echipamentelor necesare aplicării, la scară industrială, a biotehnologiilor, la prelucrarea legumelor și fructelor.

Se prevede modernizarea utilajelor pentru prelucrarea zahărului și uleiurilor, în vederea ridicării performanțelor și creșterii productivității, respectiv creșterii gradului de extragere a zahărului din sfeclă, a uleiurilor din semințe oleaginoase și obținerii de produse cu conținut crescut de substanțe active.

Se va extinde automatizarea liniilor tehnologice de fabricare a pîinii și produselor de panificație, se vor perfecționa utilaje, în vederea reducerii consumurilor energetice și se vor realiza instalații pentru coacere și uscare, utilizînd surse neconvenționale de energie.

Programele de cercetare în domeniu prevăd și realizarea de instalații de ambalat produse alimentare, de mare productivitate, cu grad ridicat de automatizare, precum și realizarea de ambalaje din materiale indigene, cu consum minim de metal și alte materiale, și cu caracteristici tehnice și estetice comparabile cu cele de pe plan mondial.

În domeniul **mijlocelor de transport,** *se va dezvolta, în continuare, cu precădere, transportul feroviar, ca fiind cel mai economic mod de transport. Vor fi realizate locomotive de putere mare și viteze mari, se va extinde gama de vagoane specializate, va crește confortul în vagoanele de călători. Materialul rulant va fi echipat cu aparatura necesară automatizării și cibernetizării traficului. Se vor utiliza, ca mijloace de propulsie, turbinele cu gaze și se vor efectua cercetări pentru realizarea unor mijloace neconvenționale de transport ghidat (sustentație magnetică, sustentație pneumatică, tuburi ș.a.).*

Se vor diversifica și moderniza autovehiculele de serie, realizîndu-se autovehicule de mare capacitate (autobasculante grele, de peste 100 t sarcină utilă, acționate cu motoare cu turbină și transmisii electrice), se vor realiza motoare pe principii și combustibili noi, cu un grad minim de poluare a mediului înconjurător. Va crește eficiența economică a transportului, în special prin creșterea coeficientului de utilizare a masei proprii.

Se va urmări, în continuare, satisfacerea cerințelor interne în domeniul autoturismelor, realizarea unor vehicule competitive pe piața mondială, prin asimilarea unei familii de autoturisme economice, cu costuri de exploatare scăzute. Se vor intensifica cercetările pentru realizarea, în concepție proprie, a unor caroserii cu performanțe aerodinamice ridicate și condiții de siguranță și confort sporit, în cadrul unor forme moderne.

Se va diversifica fabricația navelor maritime de mare tonaj, *în special a navelor mineraliere și tancurilor petroliere, pentru produse derivate din petrol și produse chimice. Va crește ponderea navelor specializate pentru diverse tipuri de mărfuri (produse alimentare, produse fragile, automobile, utilaje, animale vii, nave frigorifice ș.a.). Se vor crea noi tipuri de nave fluviale cu destinații variate. Cercetările vor aborda realizarea de mijloace tehnice plutitoare destinate explorării resurselor naturale maritime. Se va pune accentul, în continuare, pe asimilarea de componente specifice pentru nave, urmărindu-se creșterea gradului de integrare a acestora.*

În domeniul utilajelor pentru lucrări de construcții și terasiere, *se prevede completarea, extinderea și crearea unor game noi de mașini și utilaje,cu performanțe ridicate și productivități sporite (excavatoare pășitoare, electrice, săpătoare de șanțuri și canale, instalații cu cofraje glisante pentru drumuri din beton, instalații pentru reciclarea îmbrăcămintii asfaltice rutiere ș.a.).*

În domeniul utilajului tehnologic de ridicat și transportat, *se vor îmbunătăți performanțele și diversifica echipamentele, în vederea satisfacerii cerințelor diverselor ramuri ale economiei naționale : poduri rulante pentru siderurgie și metalurgie, macarale turn cu braț înclinabil și orizontal, macarale plutitoare ș.a. Se vor intensifica cercetările pentru realizarea instalațiilor de transport cu elemente de transport neconvenționale (pernă de aer, pernă magnetică, transport aeropropulsor, căi fluidizate pe linii automate de prelucrări mecanice). Se vor realiza depozite de mărfuri, paletizate, cu diferite grade de automatizare-depozitare, depozite conduse cu calculatoare electronice.*

În domeniul componentelor de uz general, *se prevede crearea și dezvoltarea familiilor de motoare cu performanțe superioare (pentru autoturisme, autovehicule, tractoare, utilaje de construcție, locomotive, acționări industriale), precum și diversificarea familiilor de compresoare, cu consumuri energetice și de metal reduse și cu fiabilitate sporită.*

Se vor realiza, în continuare, pompe și armături speciale, de performanță, pentru energetica nucleară, chimie, petrochimie, irigații, construcții navale, precum și acționări pentru acestea.

Se vor realiza noi familii de organe de mașini de uz general (reductoare, variatoare, motoreductoare, transmisii de mare putere, organe de asamblare), cu un grad ridicat de tipizare, pe baza cercetării experimentale și abordării concepției asistate de calculator.

După cum este cunoscut, construcției de mașini îi revin, în continuare, **sarcini importante privind creșterea exportului și realizarea unei balanțe comerciale active, precum și obținerea de excedente valutare din schimburile comerciale internaționale.**

De aceea ne-am propus să extindem cooperarea și specializarea de lungă durată cu țări socialiste și cu celelalte țări, stimularea permanentă a producției pentru export. Este o cale sigură ca importurile de materii prime, combustibil și energie pentru economia națională să fie compensate prin produse manufacturate, realizate cu precădere în construcția de mașini.

Pentru a asigura o perspectivă sigură a dezvoltării economico-sociale a țării, în construcția de mașini s-a trecut la organizarea corespunzătoare a activității de prognoză tehnico-științifică pe domenii, produse și grupe de produse.

În general, nu trebuie să înțelegem aceste prognoze ca o însumare a posibilităților de realizare, pe capacitățile existente sau nou create, a unor produse sau tehnologii ce derivă, nu cu mult efort de progres tehnic, din cele existente.

Ele trebuie să se elaboreze într-o viziune clară de dezvoltare rațională și eficientă, în strînsă dependență de condițiile concrete ale economiei noastre naționale și de tendințele pe plan mondial, astfel încît să devină un instrument util în luarea deciziilor de planificare, pe baza selecționării și aprofundării variantelor tehnic posibile și cele mai avantajoase din toate punctele de vedere.

Totodată, pentru susținerea măreților obiective ale anilor 1990, ne-am propus să revedem toate programele noastre, să intensificăm acțiunile pentru ridicarea nivelului pregătirii profesionale și generale ale personalului muncitor, să întărim ordinea și disciplina la nivelul exigențelor actuale.

★

★ ★

Rolul deosebit de important atribuit permanent construcțiilor de mașini, în asigurarea dezvoltării viitoare a României, opțiune de politică economică de o decisivă însemnătate, antrenează în totalitate puternicul nostru detașament.

Vom folosi întreaga capacitate de care dispunem pentru întîmpinarea cu noi realizări a celor două mari evenimente naționale din acest an, aniversarea a 40 de ani de la revoluția de eliberare socială și națională, antifascistă și antiimperialistă și Congresul al XIII-lea al partidului, conștienți fiind că, în felul acesta, contribuim la întărirea forței economice a patriei, la ridicarea nivelului de trai al poporului nostru, la progresul multilateral al României socialiste.

CZ : 665.5.002.5

Dezvoltarea utilajului petrolier în România, în concordanță cu cererile interne și de pe plan mondial, în perspectiva anilor 1990 — 2000...2010

Ing. Alcibiade **MIHAILESCU**, ing. Steluța **GORDUZA**, ing. Gheorghe **BUCUR** — I.P.C.U.P. Ploiești

Introducere

Documentele Congresului al XII-lea al P.C.R., analizînd noile procese care au loc în viața economică și politică internațională, au relevat că a continuat să se amplifice criza economică, energetică, a materiilor prime, monetară etc., pe fondul crizei sociale și politice a lumii capitaliste. Consumul de energie a crescut an de an, fiind multă vreme considerat ca unul dintre cei mai ieftini factori de creștere economică. S-ar putea spune că în bună măsură creșterea economică a țărilor capitaliste dezvoltate se datorește energiei ieftine, pe care acestea au procurat-o de la țările în curs de dezvoltare bogate în resurse energetice. Consumul a sporit într-un sfert de secol cu 5% anual, ceea ce înseamnă dublarea consumului energetic la circa 14 ani. În cadrul acestui consum, locul principal l-au deținut petrolul și gazele naturale cu un spor de 7,3%, respectiv 8,7%. Folosirea resurselor energetice fără discernămînt au pus omenirea în fața unei prize care afectează economia la nivelul mondial.

Declanșarea crizei petrolului în anul 1973, izbucnirea crizei economice în toate țările capitaliste în 1974/1975, criza materiilor prime, a sistemului valutar internațional etc., au afectat în mod grav situația economică mondială, (de fapt așa cum sublinia Secretarul general al partidului nostru tovarășul Nicolae Ceaușescu la plenara Comitetului Central al P.C.R. din 14—15 octombrie 1980 an de an s-a agravat criza economică, criza energetică), iar prețul petrolului a crescut într-un ritm rapid și cu totul nejustificat [1].

Se poate spune că elementul cel mai important al crizei declanșate în anul 1973 a fost (numai scumpirea prețului barilului de petrol, dar și) înțelegerea faptului că rezervele operaționale sînt limitate în stadiul actual al cunoașterii și că repartiția lor este inegală între țări. Acesta a fost momentul de declanșare a numeroase programe menite a dezvolta și intensifica sursele convenționale, în paralel cu alte surse neconvenționale (multe dintre cele industrializate nedispunînd ca și cele pășind pe calea dezvoltării de resursele necesare).

Soluționarea problemelor legate de criza energetică (așa cum arăta tovarășul Nicolae Ceaușescu) este strîns legată de instaurarea noii ordini economice internaționale, cu toate implicațiile ce derivă de aici. Totodată se impune ca toate țările să treacă la măsuri ferme de raționalizare a exploatării și utilizării resurselor naturale, la intensificarea cu forțe comune a cercetării pentru găsirea de noi mijloace și posibilități de sporire a resurselor energetice și de materii prime [1].

În acest sens România acționează cu toată fermitatea punînd problema economiei de combustibil și materii prime la ordinea zilei ca o problemă centrală a întregii dezvoltări economice, colaborînd cu alte țări pentru găsirea de noi surse energetice.

În acest context, toate țările sînt preocupate să-și intensifice lucrările de prospectare și exploatare a zăcămintelor de petrol, gaze și substanțe minerale solide utile și care evident au o influență deosebită asupra cererii și producției de utilaj de foraj-extracție.

Rezervele de petrol, balanța energiei primare și investițiile în industria petrolieră

Conferința mondială a energiei ținută la Istambul în 1977 a făcut una din cele mai complete estimări a rezervelor de hidrocarburi la nivelul cunoștințelor de care se dispunea la acea dată. De asemenea, următoarea conferință ținută la München, în 1980, precum și al XI-lea Congres Mondial al Petrolului ținut la Londra, în 1983, nu au infirmat aceste date, ci au dat o nuanță mai mare de optimism în sensul creșterii acestor resurse.

Rezervele de hidrocarburi și repartiția acestora pe țări socialiste, țări în curs de dezvoltare și țări dezvoltate, efectuate de experții „Băncii mondiale" în 1980, se prezintă în tabelul 1.

După estimări mai complete, cuprinzînd atît rezervele de țiței indentificate, cît și cele posibile (exclusiv gazele naturale, țițeiului greu și sisturile bituminoase), acestea sînt de circa 247 miliarde tone, respectiv 116 miliarde tone țiței din rezerve identificate și 131

miliarde tone țiței recuperabil din rezerve posibile. Actuala repartiție a acestora pe zone geografice se arată în tabelul 2 și figura 1.

Rezervele mondiale de hidrocarburi *)

Tabelul 1

	Țări socialiste	Țări în curs de dezvoltare	Țări dezvoltate	Total mondial
Petrol	14,5	77,4	9,3	101,3
Gaze naturale	26,9	33,1	12,7	72,7
Țiței greu	0,1	344,5	131,0	475,7
Șisturi bituminoase	22,0	143,0	350,0	515,0

* în miliarde tone echiv. petrol

Din aceste date, și ținîndu-se seama atît de posibilitățile tehnice actuale de descoperire-detectare a resurselor de hidrocarburi și recuperare a țițeiului, cît și de faptul că în unele zone s-au făcut mai puține investigații, s-a estimat că se poate prevedea o satisfacere a cererii de petrol pe 35—40 ani, a cererii de gaze naturale pentru 40—50 ani și a cererii de cărbune pentru 250 ani.

De aici rezultă că resurse pe glob există. Dificultatea însă provine din diferența de timp între punerea în valoare a unui zăcămînt (operație de lungă durată) și a cererii, mai dinamică și făcută cu constante de timp foarte mici, știind fiind că industria consumă mai rapid decît ceea ce pot să-i dea exploatările.

Scenariile și analizele privitoare la balanța de energie primară, elaborate de diferite companii petroliere (Exxon), asociații științifice și organizații statale estimează aproximativ aceleași valori referitoare la producția și consumul de țiței în deceniul al 9-lea, respectiv peste 3 miliarde tone pe an.

În tabelul 3 se arată cererea și producția potențială de energie pînă în anul 2020, după rapoartele de la conferința mondială a energiei din 1977.

După scenariile elaborate de secretariatul O.N.U., la sesiunea a 7-a din 18—28 mai 1981 (Resurse energetice), în anul 2000 se prevăd următoarele nivele de dezvoltare privind producția și consumul :

— 3800—4300 mil tone petrol, respectiv 31% din totalul energiei primare proiectată la 12100—13750 mil tone echiv. petrol ;

— 2250 mil tone echiv. petrol, gaze naturale, respectiv 18,6% și 16,4% din totalul de energie primară ;

— 200—500 mil tone echiv. petrol, șisturi bituminoase, respectiv 1,6%—3,6% din totalul de energie primară.

Rezervele de țiței estimate în 1980

Tabelul 2

	Rezerve de țiței identificate (miliarde tone)	Rezerve de țiței posibile (miliarde tone)	Rezerve de țiței posibile și identificate (miliarde tone)
MONDIAL	116,085	130,773	246,875
ORIENTUL MIJLOCIU	65,726	34,115	99,841
Arabia Saudită	27,348	14,269	41,618
Iran	11,680	4,229	15,909
Kuwait	10,744	3,823	14,568
Iraq	7,560	15,015	11,651
Abu Dhabi	4,429	2,544	6,974
Zona Neutrală	1,839	1,926	3,765
Qatar	0,724	0,694	1,418
Alte Emirate Arabe Unite	0,236	0,777	1,013
Altele	1,161	1,759	2,921
ȚĂRI SOCIALISTE	13,986	32,452	46,439
U.R.S.S.	10,858	24,509	35,091
China	3,166	7,452	10,619
Altele	0,233	0,493	0,727
AFRICA	10,300	10,960	21,260
Jamahiria Arabă Libiană	3,983	2,771	6,754
Nigeria	3,025	2,528	5,553
Algeria	2,086	1,283	3,370
Gabon	0,072	0,271	0,343
Altele	1,132	4,105	5,237
AMERICA DE NORD	14,437	30,865	45,292
S.U.A. (partea Continentală)	3,109	6,902	10,092
Alaska	1,768	4,186	5,954
Golful Mexic	0,335	0,817	1,152
Canada	1,271	7,863	8,661
Mexic	7,872	11,560	19,440
AMERICA DE SUD	4,146	8,588	12,734
Venezuela	2,822	3,541	6,363
Ecuador	0,320	0,848	1,168
Altele	1,003	4,197	5,201
ORIENTUL ÎNDEPĂRTAT	3,781	7,903	11,702
Indonezia	1,513	2,789	4,303
Altele	2,268	5,113	7,399
EUROPA	3,707	5,887	9,596
Anglia și Irlanda de Nord	2,279	1,582	3,862
Norvegia (Marea Nordului)	0,926	3,955	4,881
Altele din Marea Nordului	0,058	0,176	0,234
Altele	0,443	0,173	0,617

După estimări mai recente prezentate la Congresul al XI-lea al Petrolului, Londra, 1983 — producție actuală de petrol este 2,9

miliarde tone/an, iar cererea mondială de petrol va crește în deceniul al 9-lea la 3,3 miliarde tone/an.

Nivelele de producție de petrol preconizate au nevoie de investiții considerabile.

Estimările efectuate de Shell Internaționale Petroleum, prezentate la Congresul mondial

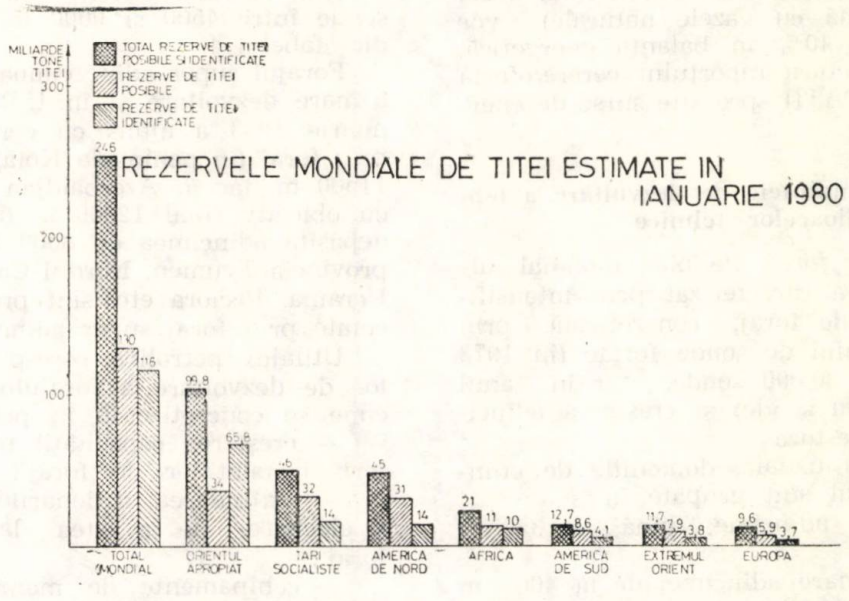


Fig. 1 Rezervele de țiței estimate, în ianuarie 1980 (în miliarde tone).

al petrolului din 1983, arată că exploatarea și producția de petrol în anul 2000 va necesita o investiție de 200 miliarde dolari (în dolari constanți 1983). De asemenea, menționează că industria petrolieră (exceptînd țările socialiste) a cheltuit, în anul 1980, 83 miliarde dolari, iar pentru 1990 se estimează 160 miliarde dolari.

După previziunile efectuate în anul 1980 de către corpul de conducere al „Băncii mondiale", investițiile necesare, în perioada 1980—1990, țările în curs de dezvoltare importatoare de petrol, pentru sectorul de prospecțiuni geologice, geofizice, foraj și producție, respectiv pentru dezvoltarea producției de petrol cu 100 mil. tone/an în 1980 și cu 180 mil. tone/an în 1990, sînt următoarele :

— 2,6 miliarde dolari pentru 1980 (0,5 miliarde dolari pentru explorare și 2,1 miliarde dolari pentru producție) ;

— 3,5 miliarde dolari, media anuală în perioada 1981—1985 (1,0 miliarde dolari pentru exploatare și 2,5 miliarde dolari pentru producție) ;

— 4,7 miliarde dolari, media anuală în perioada 1986—1990 (1,5 miliarde dolari pentru prospecțiuni geologice, geofizice și foraj și 3,2 miliarde dolari pentru producție).

Rata de creștere a investiției medii anuale în perioada 1980—1990, este de 8,2% respectiv 11,6% pentru exploatare și 4,3% pentru producție.

De asemenea, forajul de exploatare se va dubla și în U.R.S.S., care deține (în acest domeniu) primul loc în lume, cu o producție anuală de petrol de peste 612 mil. tone, atinsă la finele anului 1982. După previziunile prezentate în referatele Uniunii Sovietice la Geneva, se prevăd următoarele creșteri pentru forajul de explorare :

— 26,7 mil.m în perioada 1976—1980 (media anuală 5,33 mil.m) ;

Cererea și producția potențială de energie pînă în anul 2020 *

Tabelul 3

Cererea de energie primară	1972	1985	2000	2020
Petrol	2613	3340-3340	3700-5090	3295-5636
Cărbune	1500	1750-2000	2772-3886	5227-5636
Gaze naturale	1045	1136-1250	1613-2090	1909-2682
Nucleară	45	500-545	1932-2523	5591-8636
Hidro	318	523-523	773-773	1250-1273
Lemn și solar	591	682-750	1000—1295	1773-2613
TOTAL cerere	6113	7932-8909	11795-15659	18863-26477
Producția de energie primară	6272	7954-9545	13182-15454	18636-22954

— 34,4 mil.m în perioada 1981—1985 (media anuală 6,88 mil.m) ;

— 50,7 mil.m în perioada 1986—1990 (media anuală 10,14 mil.m).

Aceste previziuni și scenarii, privitoare la producția și consumul de energie primară, demonstrează că dominația petrolului va continua sigur și în anul 2000, iar în anul 2020, petrolul (împreună cu gazele naturale) vor reprezenta peste 40% în balanța energetică, cu toate că structura raportului cerere/ofertă va cunoaște MUTAȚII spre alte surse de energie.

Evoluția și tendințele de dezvoltare a tehnologiilor și mijloacelor tehnice

Activitatea de foraj. Pe plan mondial, ultimul deceniu s-a caracterizat prin intensificarea activității de foraj, concretizată prin creșterea numărului de sonde forate (în 1973 s-au forat peste 36.000 sonde, iar în anul 1982 peste 106000 sonde) și creșterea adîncimii medii a acestora.

În clasificarea uzuală, domeniile de adîncime ale forajului sînt grupate în :

— foraj de adîncime, pînă la 3500—4000 m ;

— foraj de mare adîncime, de la 4000 m pînă la 7000—10000 m ;

— foraj super adînc, peste 10000 m.

Prima categorie nu ridică probleme deosebite, datorită faptului că există o bogată experiență, iar mijloacele tehnice folosite au constituit și constituie preocuparea unui foarte mare număr de fabricanți. Materialele existente în practica obișnuită sînt apte atît pentru condițiile de presiune-temperatură, cît și pentru solicitările mecanice reclamate de aceste adîncimi. Cercetările și preocupările din ultima vreme au în vedere, în acest domeniu, mărirea gradului de transportabilitate a instalațiilor, posibilitatea de a lucra în zone geografice cu climate deosebit de grele (zone arctice cu temperaturi pînă la —60°C, zone aride cu temperaturi pînă la +55°C, zone de junglă, deltă), precum și ridicarea gradului de fiabilitate și durabilitate al principalelor piese de consum.

Sondele de adîncime forate în S.U.A. pînă în 1982

Tabelul 4

	Interval de adîncime (mm)					
	4500—5000	5000—6000	6000—7000	7000—8000	8000—9000	4500—9000
Numărul de sonde săpate pînă în anul 1982	702	472	107	9	3	1299
Ponderea față de total (%)	54,05	36,80	8,23	0,69	0,23	100

Lucrările efectuate pînă în prezent în domeniul forajului de mare adîncime cunosc o dezvoltare și o mare pondere în S.U.A., unde — pînă în anul 1982 — au fost săpate 1299 sonde între 4500 și 9000 m, conform datelor din tabelul 4.

Forajul super adînc cunoaște, de asemenea, o mare dezvoltare și în U.R.S.S., care în ianuarie 1983 a ajuns cu cercetarea geologică prin foraj (în peninsula Kola) la adîncimea de 11500 m, iar în Azerbaidjan se sapă o sondă cu obiectiv final 12000 m (actualmente fiind depășită adîncimea de 8000 m). Alte zone ca provincia Tyumen, Nordul Caucazului și Urali, Ucraina, Peciora etc. sînt prevăzute a fi cercetate prin foraj super adînc (peste 12000 m).

Utilajul petrolier corespunzător tendințelor de dezvoltare a forajului de mare adîncime se concretizează în principal prin :

— creșterea capacității mastului și a puterii instalațiilor de foraj ;

— extinderea acționărilor diesel-electrice și electrice, de la rețea la instalațiile de foraj ;

— echipamente de manevră pentru sarcini mai mari de 500 tf ;

— echipamente de prevenire a erupțiilor și agregate de cimentare și fisurare hidraulică, pentru presiuni 1400—2100 bar și medii acide și corozive ;

— echipamente și scule de fund rezistente și la medii corozive și abrazive cu conținut mare de H_2S și CO_2 ;

— sape cu lagăre de alunecare ;

— perfecționarea motoarelor elicoidale de fund ;

— material tubular de înaltă rezistență ;

— sisteme de conducere automată, a tehnologiei de foraj, cu calculatoare de proces.

Activitatea off-shore, care practic a început în anii '60, în două decenii a luat o mare amploare, producția de țiței sporind în acest interval de circa 6 ori (de la 110 mil. tone/an în 1960 la 630 mil. tone/an în 1979), ceea ce reprezintă o rată de creștere anuală de 10% pe an, dublă față de aceea a producției de țiței din zăcămintele terestre. Datele din tabelul 5 reflectă această dezvoltare.

Recordul de adîncime de apă, de 80 m, atins în 1969 cu platformele pentru foraj marin de exploatare, în anii '70 a ajuns la 1500 m adîncime apă, cu navele de foraj marin de explorare cu poziționare dinamică. În prezent, s-au construit nave de foraj marin pentru adîncimi de apă de peste 2000 m.

Cele patru tipuri principale de unități de foraj marin (platforme submersibile, platforme autoridicătoare pentru adîncimi de apă

uzuale cuprinse între 50, 75 și 90 m, platforme semisubmersibile pentru adîncimi de apă 200 m—600 m și navele de foraj pentru adîncimi de apă 1000 m și peste 1500 m — poziționate dinamic) au fost introduse treptat.

Dezvoltarea activității off-shore

Tabelul 5

	Anul		Relația (a)/(b)
	1960 (a)	1979 b)	
Numărul de platforme mobile de foraj în operație	62	450	7,2
Producție offshore:			
— Țiței (10^6, t)	110	630	5,8
— Gaze naturale (10^9, m^3)	35	260	7,4
Numărul țărilor producătoare	7	35	5
Țiței (10^9 t)	4,5	22	4,9
Gaze naturale (10^{12}, m^3)	2	12	6
Recordul de adîncime al apei (m)			
Forajul de exploatare	82	1487	18
Producție	45	312	7
Numărul de platforme fixe de foraj și producție instalată	500	2500	5

Activitatea de extracție. Printre principalele tehnologii și utilaje în domeniul extracției evidențiate pe plan mondial se menționează :

— pompajul de adîncime cu prăjini de pompare, sistem de extracție a țițeiului ce deține ponderea absolută atît la noi cît și în străinătate (peste 80%) ; construcția pompelor de extracție s-a perfecționat continuu executîndu-se fără cămăși, cu manda cilindru dintr-o singură bucată avînd lungimi de peste 6 m ;

— de asemenea, în deceniul trecut, s-au perfecționat echipamentele pentru forajul de adîncime, sau cu jet, precum și pompele centrifugale de tip REDA, pentru pompajul electric submersibil ;

— echipamente și dispozitive de extracție după perioada de exploatare primară sau secundară, care să asigure colectarea, separarea, tratarea și transferul în sistem închis ale fluidelor extrase.

Pentru creșterea factorului de recuperare a țițeiului din zăcămînt, pe lîngă metodele secundare de extracție (respectiv injecție de apă, sau gaze), cercetările și preocupările din ultima vreme au în vedere aplicarea metodelor terțiare de recuperare, respectiv combustie subterană, injecție de polimeri și soluții micelare, precum și extracția țițeiului prin metode miniere. Aceste metode necesită utilaje și echipamente cum sînt : generatoare de abur, packere termice, aprinzătoare de strat, agregate pentru prepararea și pomparea substanțelor miniere etc.

Dezvoltarea utilajului petrolier în țara noastră a cunoscut o evoluție mereu ascendentă, prin asimilarea unei game bogate de instalații, echipamente și scule, atît pentru necesitățile industriei petroliere proprii, cît și pentru export în toate continentele lumii. Gradul de acoperire a necesarului intern a crescut continuu ajungînd în actualul cincinal la peste 98%. În paralel cu aceasta, deopotrivă, se remarcă creșterea gradului de integrare (reducerea importurilor de producție) și creștere volumului la export al utilajului petrolier.

Semnificativă este și evoluția instalațiilor de foraj, completate cu întregul echipament mecanic necesar efectuării acestor lucrări, asimilate în perioda 1960—1980 și în special în ultimii 15 ani, care au lucrat în țară și străinătate și au atestat nivelul calitativ superior al utilajului petrolier românesc. În acest sens se exemplifică doar cîteva dintre aceste realizări :

— instalația 4 DH—315, asimilată în anul 1964, și care a stabilit o suită de recorduri de adîncime în Europa și anume : 1720 m/1973, 7300 m/1975, 7500 m/1976 și două sonde peste 8000 m în perioada 1977—1980 ;

— instalația F 200—3 DH, asimilată în anul 1962, cu care s-au scăpat sonde peste 5000 m, în anul 1968, stabilind recordul de adîncime al Americii Latine, în Argentina, (5500 m) ;

— instalația F 320—3 DH, asimilată în anul 1971, cu care s-a săpat la peste 6000 m și cu care s-a realizat recordul de adîncime din România (6305 m și ulterior la 6500 m) ;

— instalația de foraj F 500 DEWL, fabricată în anul 1973, cu care s-au realizat sonde de foarte mare adîncime în România, dintre care sonda terminată în 1984 a depășit adîncimea de 7000 m.

Privitor la forajul marin, activitatea a început prin echiparea unei platforme de tip autoridicător, realizată în colaborare cu o firmă de specialitate, cu echipamente de foraj și energetic realizate integral (concepție și execuție) în România. Această platformă — denumită GLORIA — pentru adîncimea maximă de apă 90 m, poate fora sonde pînă la 6000 m adîncime.

Pînă în prezent, cu platforma GLORIA, s-au forat mai multe sonde cu adîncimi peste 6000 m, ea devenind o excelentă comportare.

În anul 1982 a doua platformă, de același tip (ORIZONT), construită în întregime în țara noastră, a început forajul în zona platformei continentale românești a Mării Negre. Alte platforme sînt în curs de execuție.

Programul de fabricație, din actualul cincinal și de perspectivă, este constituit în majoritate din produse noi și modernizate trecute prin exigențele tipizării și eficienței maxime.

Astfel, grupele de produse și produsele noi și modernizate, concepute și fabricate cu performanțe ridicate și consum redus de metal, de combustibil convențional și energie (comparativ cu cele de pe plan mondial), au în timpul exploatării fiabilitate ridicată și consum de piese de schimb și energie.

În conformitate cu directivele Congresului al XII-lea al P.C.R., obiectivul principal al subramurii constructoare de utilaj petrolier rămîne acela de a realiza (în concepție proprie) sistemele de mașini pentru cercetarea geologică, foraj și extracție, constituite din instalații și echipamente cu conținut mare de valoare adăugată, corespunzătoare celei de a doua evoluții industriale.

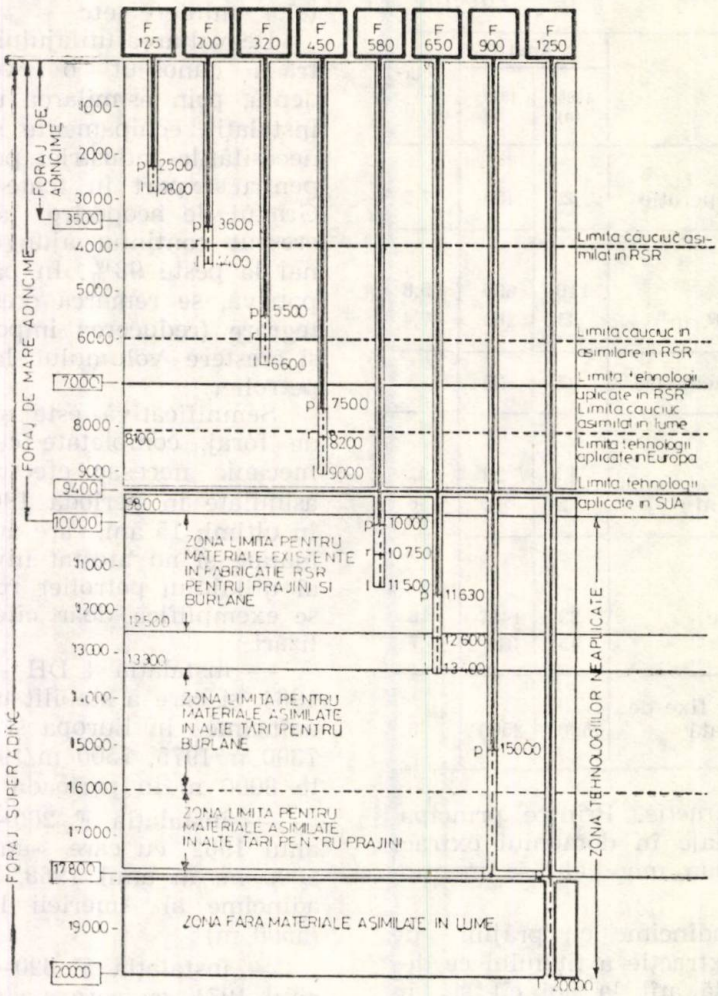


Fig. 2 Gama de instalații de foraj pentru domeniile: adîncime — 5500 m; mare adîncime — 10000 m; super adînc — peste 10000 m.
p — limită adîncime de performanță ;
r — limită adîncime recomandată economic
l — limită adîncime dată de caracteristicile utilajului.

Acestea sînt nominalizate în programe speciale multidisciplinare de dezvoltare care fundamentează obiectivele de cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și progres tehnic.

În continuare se exemplifică doar cîteva nivele de realizare ale sistemelor de mașini :

— o gamă completă de instalații (inclusiv echipamentul pentru forajul și exploatarea sondelor) acoperă atît domeniul de adîncime de foraj, actual și de perspectivă, conform graficului din figura 2. Pentru forajul

superadînc, se remarcă instalația de foraj F 900—EC și DEC asimilată în actualul cincinal pentru adîncimea maximă de foraj 17 500 m și în perspectivă asimilarea instalației de foraj super grele F 1250, cu acționare electrică, pentru adîncimea maximă de foraj 20 000 m ;

— instalații de foraj în blocuri mari, elicopterabile pentru temperaturi scăzute —60°C, pentru zone aride +55°C cu grad mare de transportabilitate avînd posibilitatea de a lucra în zone extreme ;

— pompe de extracție, acționate cu prăjini cu cilindru lung de 3800 mm și anduranță sporită și în perspectivă extinderea gamei de lungimi a cilindrilor peste 6 m ;

— pompe centrifugale multietajate, acționate cu motor electric, destinate sondelor cu debite mari și adîncimi medii de pompare ;

— sisteme de conducere automată a proceselor de foraj—extracție ;

— unități pentru colectarea și transferul țițeiului în sistem închis, pentru reducerea pierderilor de fracțiuni ușoare de hidrocarburi ;

— instalații pentru forat puțuri miniere cu diametru mare, pentru aplicarea metodelor de exploatare prin minierit.

În ansamblu obiectivele de cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și progres tehnic pe perioada 1986—1990, cu orizont anul 2010, urmăresc realizarea de instalații și echipamente pentru :

— forajul și exploatarea sondelor la adîncimi mari și foarte mari, caracterizate prin presiuni mari 1400—2100 bar, temperaturi pînă la 400°C și medii cu conținut mare de H_2S și CO_2 ;

— forajul și exploatarea în zone geografice dificile, cum sînt zonele arctice (—60°C), zonele aride (+55°C), zonele de mlaștini și junglă (care necesită instalații cu grad mare de transportabilitate) etc. ;

— explorarea și exploatarea platformelor continentale a mărilor și oceanelor ;

— exploatarea zăcămintelor de țiței prin metodele primare, secundare și terțiare, pentru creșterea factorului final de recuperare a țițeiului.

Aceste priorități arată mutațiile care se vor produce în structura nomenclatorului de produse și a forței de muncă și direcțiile principale de dezvoltare pentru susținerea politicii de asigurare a independenței energetice a țării noastre și menținerea nivelului tehnic de vîrf al utilajului petrolier pe piața mondială.

Programele speciale, a căror realizare a început, sînt menite să asigure echipamentele pentru promovarea tehnologiilor viitorului și arată contribuția (mult sporită în următorii 15—20 ani) a activității de cercetare și inginerie tehnologică corespunzătoare revoluției tehnico-științifice.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Ceaușescu, N.* : Resursele energetice și de materii prime, Editura politică, București, 1980.

[2] *Ceaușescu, N.* : Cuvîntare la Plenara C.C. al P.C.R. din 31. 03. 82.

[3] *x x x* : Directivele Congresului al XII-lea al P.C.R., cu privire la dezvoltarea economică și socială a României în cincinalul 1981—1985 și orientările de perspectivă pînă în anul 1990, Editura politică, 1979.

[4] *x x x* : Programul directivă de cercetare și dezvoltare în domeniul energiei în perioada 1981—1990 și orientările principale pînă în anul 2000, Editura politică, 1979.

[5] *x x x* : Programul directivă de cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și de introducere a progresului tehnic în perioada 1981—1990 și directivele principale pînă în anul 2000.

[6] *x x x* : Energy Developing Countres, Editată de Banca Mondială, 1980.

[7] *x x x* : Cercetări perspective, prognoze și programe peliminare de dezvoltare a științei, tehnologiei și introducerii progresului tehnic pentru perioada 1986—1990 cu orizont 2020, privind domeniul „UTILAJE ȘI INSTALAȚII TEHNOLOGICE PENTRU CERCETĂRI GEOLOGICE, FORAJUL ȘI EXPLOATAREA SONDELOR", I.P.C.U.P., 1981.

[8] *x x x* : Energy in the eightes, New York, 1983.

[9] *Boydela Tour și H Le Leuch* : Raport la seminarul Comisiei Economice a Națiunilor Unite, vol. „Improved techiques for the extraction of primary forms of energy", Londra, 1983, p. 103—104.

[10] *x x x* : World Oil, 15 februarie, 1983.

[11] *x x x* : World Oil, 15 august, 1983.

[12] *x x x* : Program special — sisteme de mașini pentru forajul superadînc, I.P.C.U.P., 1983.

[13] *x x x* : Programe speciale: pompe de adîncime ; instalații, utilaje și scule pentru exploatarea țițeiului prin metode miniere în scopul creșterii factorului final de recuperare; echipamente pentru etanșarea sondelor; sape de foraj; scule de foraj extracție; platforme, instalații și echipamente pentru forajul și exploatarea marină; instalații și echipamente pentru zone climatice extreme I.P.C.U.P., 1983.

[14] *x x x* : Rapoarte la al XII-lea Congres Mondial al Petrolului, Londra, 1983.

CZ : 675.5 : 622.323

Analiza performanțelor echipamentelor componente ale sistemului de manevră a instalațiilor de foraj, în raport cu datele de construcție a sondelor săpate

Dr. ing. Viorel **CRISTEA** — I.P.C.U.P. Ploiești

O problemă întîlnită curent în utilizarea instalațiilor de foraj rotativ o constituie precizarea capacității acestora de a fora o sondă cu o anumită construcție, pînă la adîncimea maximă.

Deși pentru instalațiile de foraj și echipamentele lor componente este definită o serie de parametri care permit caracterizarea lor potențială, atunci cînd se încearcă corelarea acestora cu datele de construcție și cu adîncimea sondei ce urmează a fi forată apar unele dificultăți.

O încercare în acest sens se face prin metoda elaborată [2], unde stabilește o serie de criterii care propun, pentru o sondă de adîncime și construcție-cunoscute, alegerea instalației de foraj și a echipamentelor sale componente.

În prezenta lucrare, se încearcă o corelare a principalilor parametri ai sistemului de manevră cu adîncimea de foraj și cu o serie de parametri și indici specifici care caracterizează perioada de săpare a unei sonde și durata în serviciu a instalațiilor de foraj.

Parametrii care caracterizează echipamentele componente și prin aceasta instalația de foraj — pot fi clasificați după apartenența acestor echipamente la sistemul de manevră, sistemul de rotire, sau sistemul de pompare al instalației și pot fi grupați în categoriile : parametri funcționali, parametri dimensionali constructivi și parametri de durabilitate.

Este de reținut faptul că numai sistemul de manevră este esențial pentru definirea ansamblului, celelalte două sisteme putînd fi adaptate oricăror cerințe, prin alegerea corespunzătoare a pompelor de noroi, a mesei rotative și a capului hidraulic.

Datorită faptului că numai unii din acești parametri constituie elemente critice în ceea ce privește capacitatea de lucru a instalației, ne vom opri numai la aceia care limitează efectiv adîncimea pînă la care poate fora instalația.

Parametrul esențial, în caracterizarea instalațiilor de foraj, aparține sistemului de manevră și este sarcina de lucru la cîrlig.

Clasificarea sarcinilor aplicate la cîrlig caracteristice construcției și adîncimii sondei, care apar în cursul operațiilor de manevră a garniturii de prăjini, a forajului propriu zis, a operațiilor de tubaj și de instrumentație, se poate face, după cauză și mod de acționare, prin doi parametri care reprezintă valori limită.

— sarcina maximă la cîrlig Q_{cm}, care reprezintă limita pînă la care pot fi aplicate sarcinile nesistematice și întîmplătoare specifice tubajului coloanei de burlane și nu instrumentației ;

— sarcina normală la cîrlig Q_{cn}, care reprezintă limita, sarcinilor sistematice aferente masei garniturii de prăjini manevrate.

Elementul cel mai slab al sistemului de manevră, care limitează capacitatea acestuia indiferent de caracteristicile maxime ale celorlalte echipamente, este cablul.

Pornind de la coeficienții de siguranță C_s pentru cablu, și anume de minimum 2 la manevrarea coloanei de tubaj și la instrumentație, și de minimum 3 la manevrarea garniturii de foraj, recunoscuți pe plan mondial, se pot determina sarcinile aferente la cîrlig în funcție de sarcina de rupere a cablului.

$$Q_{c2} = 2z\eta_r \frac{S_R}{2} \tag{1}$$

respectiv

$$Q_{c3} = 2z\eta_r \frac{S_R}{3} \tag{2}$$

relații în care $2z$ este numărul de fire a mecanismului macara geamblac, avînd randamentul η_r.

Este evident că sarcinile definite prin relațiile (1) și (2) îndeplinesc în orice caz condiția :

$$Q_{cm} \geq Q_{c2} \tag{3}$$

și

$$Q_{cn} \geq Q_{c3} \tag{4}$$

Avînd în vedere faptul că la sistemul de manevră a instalațiilor de foraj sînt utilizate aproape exclusiv cabluri cu diametrul între 1 și 2 in, executate în conformitate cu [2] ; valorile Q_{c2} și Q_{c3} reprezintă elemente de comparație a instalațiilor de foraj.

În mod obișnuit adîncimea maximă de foraj se poate determina în funcție de prăjini sau de burlane.

Adîncimea maximă de foraj L_p, în funcție de prăjini, rezultă din relația :

$$L_p = \frac{Q_{c3} - q_g l_g}{q} + l_g \qquad (5)$$

unde :

q — este masa unitară a prăjinilor de foraj ;
q_g — masa unitară a prăjinilor grele ;
l_g — lungimea prăjinilor grele.

Adîncimea maximă de foraj L_b, în funcție de burlanele de foraj, rezultă din relația :

$$L_b = 0{,}8 \frac{Q_{c2}}{\Sigma q_{bi} l_{bi}} \qquad (6)$$

unde :

q_{bi} este masa unitară a burlanelor din tronsonul i ;
l_{bi} — lungimea tronsonului i.

Deși relațiile (5) și (6) permit o stabilire judicioasă a adîncimilor de foraj, din punct de vedere statistic (luînd în considerare adîncimile de foraj recomandate de diferiți fabricanți și corelîndu-le), au valoarea Q_{c2} a cablului utilizat ; rezultă situația din figura 1, în care este delimitat domeniul valorilor $Q_{c2} = f(x_s)$.

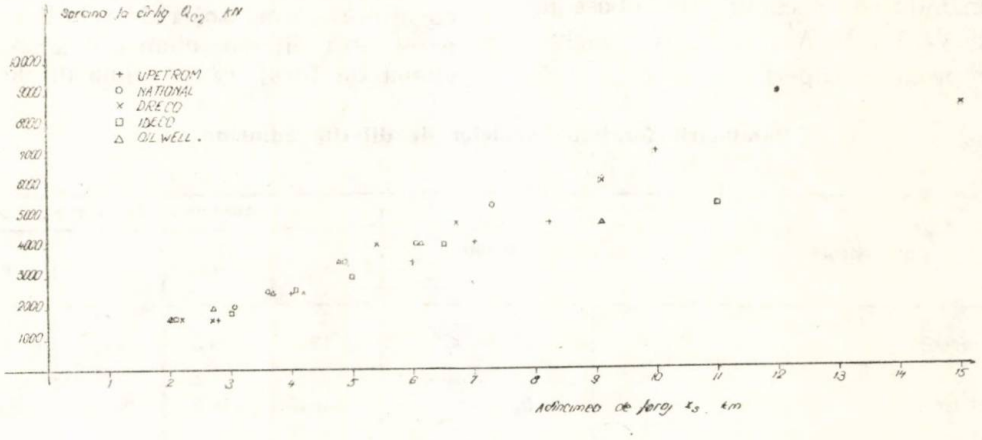


Fig. 1 Relația $Q_{c2} = f(x_s)$

În afara parametrilor legați de sarcinile provenite de la masa garniturii de foraj și a coloanei de tubaj, prezintă un interes deosebit și parametrii legați de durabilitatea diferitelor elemente ale instalației, în raport cu variația în timp și frecvența de aplicare a forțelor în timpul forajului.

În analiza acestor aspecte, trebuie să se țină seama de numărul de marșuri de extragere—introducere, efectuate la o sondă săpată și de numărul total de sonde săpate de o instalație de foraj în decursul duratei sale în serviciu.

Notînd cu Y numărul de marșuri efectuate la săparea unei sonde și cu X_s adîncimea sondei în [km] se poate stabili o relație de forma

$$Y = A X_{s\,\max}^{b} \qquad (7)$$

în care A și b sînt parametri care reflectă condițiile periferice ale sondei, calitatea sapelor și nivelul tehnicii de foraj și care pot fi determinați pentru diferite structuri și adîncimi de foraj pe cale statistică.

Pentru condiții medii, specifice țării noastre, s-a considerat $A = 3$ și $b = 2$.

În mod similar, s-au stabilit pentru aceste valori o serie de relații empirice.

— metrajul pe sapă h_s,

$$h_s = \frac{10^3}{3 x_s} \quad [\mathrm{m}] \qquad (8)$$

— viteza mecanică v_m

$$v_m = \frac{10}{x_s 0{,}8} \quad [\mathrm{m/h}] \qquad (9)$$

— timp de foraj propriu-zis la o sondă T_f

$$T_f = 10^2 X_s^{1{,}8} \quad [\mathrm{h}] \qquad (10)$$

— lungimea totală a pașilor manevrați (introduși sau extrași) S

$$S = \frac{9}{4} 10^3 x_s^3 \quad [\mathrm{m}] \qquad (11)$$

— număr de sonde săpate pe an B

$$B = \frac{34{,}8}{x_s^{1{,}8}} \qquad (12)$$

— viteza comercială V_c

$$V_c = \frac{3600}{x_s^{0,8}} \text{ [m]} \tag{13}$$

— durata săpării unei sonde T_s

$$T_s = 2 \cdot 10^2 x_s^{1,8} \tag{14}$$

— numărul de metri forați pe an H

$$H \leqslant B x_s \text{ [m]} \tag{15}$$

Pentru condițiile executate, s-au determinat în tabelul 1 parametri rezultați conform relațiilor (7) ... (15), pentru diferite adîncimi de foraj.

Pe parcursul forajului pînă la adîncimea maximă, variază și sarcina la cîrlig, respectiv forța în cablu, care se pot considera proporționale cu adîncimea de foraj x_s. De exemplu forța în cablu are expresia :

$$F_t = a x_s$$

Variația acestei forțe are loc în trepte corespunzător lungimii pașilor manevrați. Fiecare treaptă de solicitări, 1, 2, ... i este aplicată cu N_1, $N_2 \ldots N_i$ cicluri, treptelor respective corespunzîndu-le în cablu, de oboseală, un număr de N_1 N_1', N_2 N_2' ... N_i N_i' cicluri la care s-ar produce ruperi.

Aplicînd relații cunoscute din literatura tehnică se pot determina eforturi unitare echivalente e și i la încovoiere și torsiune :

$$\sigma_e = k_i \sigma_{max} \tag{16}$$

$$\tau_e = k_t \frac{\tau_{max}}{2}, \tag{17}$$

unde σ_{max} și τ_{max} sînt eforturile maxime la încovoiere și torsiune iar k_i și k_t sînt coeficienți la durabilitate definiți prin relațiile :

$$k_i = \sqrt[m]{\frac{1}{N_0} \sum N_i' \left(\frac{\sigma_i}{\sigma_{max}} \right)^m} \tag{18}$$

$$k_t = \sqrt[m]{\frac{1}{N_0} \sum N_i' \left(\frac{\tau_t}{\tau_{max}} \right)^m} \tag{19}$$

în care No este un coeficient caracteristic curbei de oboseală conform ecuației :

$$\sigma_i^m N_i = \sigma_{-1}^m N_0,$$

unde No este numărul de cicluri corespunzător rezistenței la oboseală.

Coeficienții de durabilitate se determină cu ajutorul unei scări de relații complicate, în care intră diferite elemente geometrice, adîncimea de foraj x_s și numărul de marșuri Y.

Parametrii forajului sondelor de diferite adîncimi

Tabelul 1

Parametrul	Relația	Adîncimea de foraj x_s (km)				
		2	2,8	4	6	8
Numărul de marșuri	$Y = 3x_s^2$	12	23,5	48	108	192
Metraj pe sapă [m]	$h_s = \frac{10^3}{3x_s}$	166,67	116,67	83,34	55,56	41,67
Viteza mecanică [m/h]	$V_m = \frac{10}{x_s^{0,8}}$	5,74	4,38	3,29	2,38	1,89
Timp de foraj propriu-zis la o sondă [h]	$T_s = 10^3 x_s^{1,8}$	348,4	639,2	1215,8	2521	4232,8
Lungimea totală a pompelor manevrate la o sondă [m] (introduși sau extrași)	$S = \frac{9}{4} 10^3 x_s^3$	18000	49392	144000	486000	1152000
Număr de sonde forate pe an	$B = \frac{34,8}{x_s^{1,8}}$	9,99	5,45	2,86	1,38	0,824
Viteza comercială [m/inst.—lună]	$v_c = \frac{3600}{x_s^{0,8}}$	2068	1578	1188	859	682
Durata săpării unei sonde [h]	$T_s = 2 \cdot 10^2 x_s^{1,8}$	686,4	1276,2	2425,2	5032	8445
Numărul de metrii forați pe an [m]	$H = B x_s$	19980	15260	11440	8280	6592

Parametrii pentru calculul capacității de calcul necesare a rulmenților de la geamblac

Tabelul 2

	Adîncimea de foraj x_s (km)				
	2	2,8	4	6	8
Numărul de sonde săpate în 10 ani	100	54	28	13	8
Numărul de roți cu macara z	3	4	5	6	7
Coeficientul de durabilitate k_{rg}	1,0179	1,1104	1,7548	1,91	2,13
C_d necesar pentru rulmentul geamblacului [kgf]	19868	25790	52522	92165	126479
C_d existent pentru rulmentul geamblacului [kgf]	52000	53700	53700	90000	40000
Q_{RG} necesar la geamblac, [US tonf]	90	182	373	758	1040
Q_{RG} existent la geamblac, [US tonf]	305	315	378	740	845

În cazul rulmenților, sarcina echivalentă (cazul unui regim de încărcare variabil) se determină cu ajutorul relației cunoscute :

(20)

$$Q_{ec} = \sqrt[P]{\frac{\Sigma Q_i^P N_{mi}}{D}} = \sqrt[P]{\int_0^D \frac{Q_i^P \, d n_{mi}}{D}},$$

în care :

Q_i este una din sarcinile aplicate ;

N_{mi} — durata de funcționare a rulmentului la sarcina Q_i exprimată în milioane de rotații ;

D — durata de funcționare a rulmentului exprimată, de asemenea, în milioane de rotații ;

p — exponent cunoscut din relația fundamentală a durabilității rulmenților.

Dacă se ține seama de definiția după ISO a capacității de încărcare dinamice de bază :

$$C = Q_{ec} D \frac{1}{p} \tag{21}$$

și se notează cu N_i numărul de cicluri efectuat,

$$N_i = 10^6 N_{mi}$$

relațiile enunțate anterior conduc la expresia :

$$C = Q_{\max} \sqrt[P]{10^{-6} \int_0^D \left(\frac{Q_i}{Q_{\max}}\right)^P dN_i} \tag{22}$$

în care apare coeficientul de durabilitate a rulmenților

$$k_r = \sqrt[P]{10^{-6} \int_0^D \left(\frac{Q_i}{Q_{\max}}\right)^P dN_i} \tag{23}$$

În aceste condiții, capacitatea de încărcare dinamică a rulmentului, în cazul unui regim de încărcare variabilă, exprimată în sistemul ISO este dată de relația :

$$C_d = Q_{\max} k_r V, \tag{24}$$

în care în afara coeficientului de durabilitate k_r definit anterior apare și coeficientul cinematic V.

În cazul mecanismului macara-geamblac, coeficientul de durabilitate al rulmenților k_{rg} se determină pentru prima roată a geamblacului.

Valorile acestui coeficient, pentru diferite adîncimi de foraj (pentru zece ani de funcționare a instalației, precum și a capacităților de încărcare dinamice necesare și existente), sînt indicate în tabelul 2.

În literatura tehnică [1], apare ca o mărime de comparație capacitatea maximă, în funcție de rulmenții la geamblac Q_{RG}.

$$Q_{RG} = \frac{(z+1)Cd}{852} \quad \text{[U.S. tonf]} \tag{25}$$

În tabelul 2 sînt indicate valorile Q_{RG} determinate pentru capacitățile de încărcare dinamică C_d necesare și cele existente. Se observă faptul că, la instalațiile pentru adîncimi de foraj mai mici, rulmenții au o durabilitate exagerată, pe cînd la cele de mare adîncime durabilitatea este la limită.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Bublic, A., Cristea, V. ș.a.* : Utilaj petrolier pentru foraj și extracție, Editura Tehnică, București, 1968.

[2] x x x : API Bul. D 10, First Edition Dec. 1965.

CZ : 665.5.002.5

Platforme fixe pentru exploatarea petroliferă în Marea Neagră

Ing. Dan **VIȘOIU**, ing. Alcibiade **MIHĂILESCU**, ing. Aurel **ȘTEFĂNESCU**, ing. Raluca **COSMA** — I.P.C.U.P. Ploiești

Dezvoltarea tehnico-industrială de după cel de-al doilea război mondial a provocat o creștere spectaculoasă a cererii și a producției de energie și de materii prime, punînd societatea contemporană în fața unei adevărate crize a energiei și în mod logic a principalei surse de energie, care este — și va continua să fie încă o bună perioadă de timp — industria petroliferă.

Stabilirea caracterului limitat al resurselor, organizarea principalelor țări exportatoare în scopul unei mai bune valorificări a resurselor lor naturale și tendința de epuizare a rezervelor din zăcămintele aflate de mai mult timp în exploatare au condus la creșterea prețurilor și la căutarea de noi moduri de rezolvare a problemelor și în domeniul petrolier, mai ales în următoarele direcții :

— explorarea și exploatarea de zăcăminte noi la adîncimi mari, devenite accesibile datorită perfecționării tehnicii și rentabile economic datorită creșterii prețurilor ;

— explorarea și exploatarea în zone geografice noi, mai greu accesibile, sau dificile din cauza condițiilor de climă ;

— creșterea factorului de recuperare a țițeiului din zăcăminte ;

— explorarea și exploatarea platformei continentale a mărilor și oceanelor, în ape de adîncime din ce în ce mai mare și la distanță crescîndă față de țărm.

Anticipînd în mod corect aceste tendințe și înscriindu-se în politica energetică înțeleaptă a statului nostru, I.P.C.U.P. a avut preocupări pregătitoare și realizări în toate aceste domenii. În direcția explorării prin foraje marine, amintim numai realizarea platformelor autoridicătoare de foraj marin tip GLORIA și ORIZONT, familie din care încă 3 platforme se află în fază avansată de fabricație și alte 2 platforme sînt în curs de pregătire a fabricației, într-o variantă modernizată.

În domeniul pregătirii pentru faza de exploatare, I.P.C.U.P. a inițiat, încă din 1969, un studiu tehnic pregătitor, iar din 1971 s-a desfășurat un adevărat program complex de cercetare originală, cu antrenarea unor colaboratori de înaltă competență din institute de cercetări și proiectare, precum și din învățămîntul superior. Aceste cercetări s-au finalizat prin metode proprii de calcul și de proiectare a structurilor metalice și a fundațiilor pe piloți, materializate prin programe de calcul automat, și au permis Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini să ofere și să asigure realizarea integrală în țară — concepție și execuție — a acestor obiective, fără a se recurge la importuri.

Metoda clasică pentru exploatarea unor zăcăminte petrolifere submarine o constituie realizarea unui suport material fix, instalat pe fundul mării în zona zăcămîntului descoperit și folosit atît pentru forarea sondelor, cît și pentru exploatarea acestora, suport denumit platformă fixă și pe care să se poată instala utilajele corespunzătoare anumitor funcții tehnologice.

Cel mai larg utilizat tip de platformă fixă îl constituie platforma fixă în construcție metalică zăbrelită, realizată din material tubular, avînd la partea superioară — deasupra apei, la adăpost de valuri — o punte cu unul sau cu mai multe nivele pentru echipamente de foraj și/sau de extracție, și fiind fixată pe fundul mării printr-o fundație pe piloți metalici.

Principalele elemente componente ale unei platforme fixe sînt deci :

— puntea cu 1—2 nivele ;

— piloții care susțin puntea și se înfig în solul submarin ;

— structura metalică zăbrelită (jacket) prin picioarele căreia se introduc piloții de fundație.

Metoda clasică de instalare a unei astfel de platforme fixe implică :

— transportul jacketului pe mare pînă la locație (pe o barjă specială, cu flotori auxiliari sau folosindu-se flotabilitatea proprie) ;

— lansarea la apă a jacket-ului, verticalizarea acestuia și instalarea pe locație ;

— introducerea piloților prin picioarele tubulare ale jacket-ului și apoi în terenul de fundare (prin batere sau în găuri forate) și eventual cimentarea lor ;

— sudarea piloților la capătul de sus al picioarelor jacketului ;

— instalarea punții pe capetele piloților și sudarea punții la piloți ;

— echiparea punții conform funcționalităților prevăzute ;

— completarea jacket-ului cu accesoriile necesare (apărători de colț, acostamente, scări etc.).

Cerințe tehnice principale impuse platformelor fixe

Funcționalitățile acestor platforme pot fi simple sau complexe, mergînd de la mici platforme fixe suport a 1—2 sau mai multor sonde, pînă la platformele complexe cu funcție de :

— suport al instalației de foraj în perioada săpării sondelor ;
— suport al sondelor pe toată durata de exploatare a zăcămîntului ;
— suport al unei instalații pentru întreținerea și repararea sondelor în exploatare;
— suport al instalațiilor tehnologice de colectare, separare, tratare, pompare a țițeiului extras și comprimare a gazelor în vederea evacuării la țărm, tratare a apei de zăcămînt etc., precum și a instalațiilor destinate creșterii factorului de recuperare (tratare și injecție în zăcămînt a apei sau gazelor etc.) ;
— suport al instalațiilor auxiliare : energetice, apă industrială, aer comprimat, aburi, instalații de prevenire și de stingere a incendiilor, telecomunicații etc. ;
— suport al grupului social care să asigure condițiile de viață și odihnă ale personalului ;
— suport al unei punți pentru elicopterul cu care se face transportul personalului sau a utilajelor mici în caz de urgență ;
— suport al conductelor de evacuare a producției.

Solicitările la care sînt supuse platformele fixe sînt multiple și complexe, ele venind pe de-o parte din funcțiile tehnologice (în principal greutatea utilajelor și a stocurilor de materiale care se asigură pe platformă) și pe de altă parte datorate mediului ambiant, astfel :

— efectul vîntului asupra părții aeriene a structurilor și asupra utilajelor ;
— efectul valurilor și curenților asupra structurii imersate ;
— efecte seismice ;
— coroziunea tuturor elementelor, datorită agresivității mediului marin.

Calculul și proiectarea

Rezolvarea problemelor de proiectare implică :

— stabilirea unei configurații geometrice compatibile cu funcțiile tehnologice necesare, respectiv analiza și stabilirea unui aranjament al utilajelor și instalațiilor, determinarea suprafeței punților și a numărului de punți, și, pe această bază, definirea și predimensionarea întregii structuri ;
— calculul forțelor din vînt, val și curenți marini ;
— calculul forțelor rezultate din solicitările extreme asupra tuturor elementelor structurale și verificarea tensiunilor din aceste elemente ;
— verificarea la oboseală a nodurilor și barelor celor mai solicitate ;
— optimizarea dimensională a structurii ;
— calculul fundației pe piloți ;
— calculul și proiectarea sistemelor de protecție anticorozivă (protecție catodică și acoperiri de protecție) ;
— înscrierea în disponibilitățile de materiale din țară (calități de oțel, dimensiuni și grosimi de elaborare, dimensiuni de laminare a materialului tubular etc.) ;
— înscrierea în posibilitățile tehnologice ale uzinelor executante (posibilități de virolare a tablei pentru țevile care nu se pot lamina etc.) ;
— înscrierea în posibilitățile de asamblare generală pe țărm a structurii zăbrelite (jacket) ;
— asigurarea compatibilității cu metodele de lansare la apă, transport pe mare, verticalizare, instalare pe locație, introducere a piloților de fundație, instalare a punții, instalare a utilajelor și așa mai departe, ținîndu-se cont și de mijloacele tehnice maritime disponibile sau posibil de asigurat într-o anumită etapă.

Fiecare din aceste aspecte ar putea constitui obiectul unei prezentări speciale, astfel încît în cele ce urmează se prezintă foarte succint numai unele din aspecte.

Calculul încărcărilor din val și curent. Pentru stabilirea încărcărilor din val și curent, în colaborare cu Institutul de Cercetări Hidrotehnice București, s-a elaborat un program de calcul folosind o metodă de calcul deterministă, verificat apoi prin experimentări la bazin.

Încărcarea preluată de platformă se determină prin forța pe care o preia fiecare element al structurii sub acțiunea valului. Forțele se calculează cu ajutorul formulei Morison, în relație cu valul determinist Stokes de ordinul 5, și sînt concentrate în nodurile structurii. În calcul se poate ține seama de prezența depunerilor marine (fouling).

Modelul de val adoptat este aproximația de ordinul 5 a valului gravitațional Stokes, în varianta Skjebreja—Hendrickson, model de val recomandat și de API.

Datele de intrare în teoria modelului de val sînt :

L — lungimea de undă ;
T — perioada valului ;
H — înălțimea valului ;
d — adîncimea apei.

Datele de ieșire sînt : vitezele, accelerațiile și ecuația suprafeței libere.

Calculul forțelor preluate de elementele cilindrice ale structurii submerse ale platformei sub acțiunea valurilor se face cu formula lui Morison. Expresia ei, pentru un cilindru circular, vertical, de diametru D și lungime ds, este :

$$\vec{dF} = \left(\frac{1}{2} C_D \cdot \rho D |\vec{u}| \vec{u} + \frac{\pi}{4} C_M D^2 \rho \dot{\vec{u}} \right) ds \quad (1)$$

unde :

ρ — este densitatea apei ;
$\vec{u}$ — viteza orizontală a particulelor de apă ;
$\dot{\vec{u}}$ — accelerația orizontală a particulelor de apă ;
C_D (frecare) și C_M (inerție) — coeficienți hidrodinamici determinați experimental.

Formula lui Morison este aplicabilă și cilindrilor înclinați. În acest caz se consideră drept forță activă componenta normală pe axa cilindrului.

Programul de calcul INCVAL este scris în limbaj FORTRAN și poate fi rulat pe calculatoare din familia FELIX.

Programul efectuează calculele pe elementele structurii după o listă de noduri. Lista de noduri se obține după ce nodurile au fost definite ca intersecție a montanților cu planele orizontale de nivel. Barelor le corespund univoc perechi de nivele. Astfel bara poate fi definită prin coordonatele nodurilor ce o mărginesc.

Programul de calcul este astfel conceput încît :

— permite o variație largă a parametrilor ce descriu valul ;

— poate fi utilizat pentru jacket-uri cu orice geometrie ;

— necesită un număr minim de date privind reprezentarea geometrică a structurii.

Din analiza rezultatelor obținute după rularea programului de calcul pentru diferite structuri și cu diferite valori ale coeficienților hidrodinamici, au rezultat următoarele :

— viteza și accelerația apei sînt maxime la suprafață și scad către fund. Forța urmărește această dependență de cotă (pătratică cu viteza și liniară cu accelerația). Contribuția dominantă la forța totală asupra platformei o dă prima treime a structurii. Scăderea este uniformă pe unitatea de lungime a elementelor cu o poziție apropiată de verticală ;

— forța crește pătratic cu înălțimea, respectiv cu lungimea de undă a valului ;

— forța este, în condiții cinematice identice, dependentă de valoarea diametrului care intervine liniar în termenul de frecare și pătratic în cel inerțial din formula lui Morison ;

— forța este proporțională cu valoarea coeficienților de frecare c_D și de inerție c_M. Perechea de valori considerată în calcul a fost $c_D = 1$ și $c_M = 2$;

— apariția foulingului pe barele structurii face să crească forța din val pe două căi :

a) prin creșterea diametrului unor elemente ale jacket-ului ;

b) prin majorarea coeficienților hidrodinamici (datorită creșterii rugozității).

În Marea Neagră grosimea depunerilor biologice este destul de importantă. Din studiul I.C.H., rezultă că pe primii 22 m sub nivelul apei grosimea stratului depus este cuprinsă între 0,1 și 0,13 m. Prin distribuția pe adîncime, foulingul ce se poate depune influențează cel puțin treimea superioară a structurii, adică tocmai partea pe care forța valurilor este maximă.

Încărcarea suplimentară care apare datorită curentului de fund s-a calculat considerînd o variație triunghiulară pe înălțime, valoarea maximă la fundul mării fiind 0,8 m/s.

Calculul eforturilor și verificarea la rezistență a structurii. Pentru analiza statică și dinamică a structurii se utilizează programul SAP IV, într-o variantă dezvoltată și adaptată pentru calculatoarele FELIX de către un colectiv din cadrul Catedrei de Construcții Hidrotehnice din Institutul de Construcții — București.

Programul se bazează pe procedeul elementelor finite și poate fi utilizat pentru analize statice și dinamice la structuri de orice complexitate (uni, bi sau tridimensionale), alcătuite din bare, plăci, sau elemente volumice. În varianta actuală, programul conține circa 13000 de instrucțiuni și este conceput astfel încît poate fi extins și modificat fără dificultăți deosebite, în funcție de necesități.

Structurile reale, în vederea analizelor statice sau dinamice, pot fi discretizate într-unul, sau într-o combinație compatibilă dintre următoarele 9 tipuri de elemente finite : element tridimensional de grindă cu zăbrele, element tridimensional de bară, element plan pentru starea de deformație și efort plan, element axial simetric, element de volum, element tridimensional de placă subțire, element tridimensional de placă groasă, element de graniță și element de conductă (rectilinie, sau curbă).

Teoretic nu există restricții asupra numărului de elemente în care se discretizează structura (respectiv asupra numărului de noduri și asupra numărului de cazuri de încărcare). Practic arta utilizatorului constă în discretizarea structurii de o manieră care să implice un volum de calcul cît mai mic.

Matricele de masă și rigiditate ale elementelor sînt asamblate în formă condensată, pe blocuri de dimensiuni codate în memoria internă a calculatorului.

Rezolvarea sistemelor de ecuații de echilibru se face prin procedeul aducerii la forma triunghiulară superioară și eliminare (procedeul Gauss).

Necunoscutele acestor sisteme sînt deplasările nodale (în analiza statică). Pe baza relațiilor de legătură Cauchy (deformații-deformații specifice) și apoi a legii Hooke (deformații specifice-eforturi unitare, sau direct eforturi secționale), se calculează toți parametrii de răspuns ai structurii.

În analiza dinamică poate fi aleasă una din următoarele patru opțiuni : analiza vibrațiilor libere (vectori și valori proprii). analiza dinamică prin însumarea răspunsurilor cu nodurile proprii, analiza spectrală și integrarea directă a ecuațiilor de mișcare.

Discretizarea structurii se face cu două tipuri de elemente : element tridimensional de bară și element de graniță. Elementul de graniță a modelat interacțiunea structură-masiv de fundare.

În calculul static se consideră următoarele încărcări : greutate proprie, încărcări tehnologice, încărcarea din valul centenar, încărcarea din vînt maxim (pe direcția și sensul valului centenar), încărcarea seismică pentru un cutremur orizontal de 0,1 g pe direcția și sensul valului centenar.

Gruparea încărcărilor s-a făcut conform principiului că două fenomene cu caracter excepțional nu pot să se producă simultan. Alăturat se prezintă ipotezele de încărcare și se dau coeficienții de modelare ai încărcărilor primare (tab. 1).

Ipotezele de încărcare și coeficienții de încărcare ai încărcărilor primare

Tabelul 1

Încărcări primare / Ipoteza	Greutate proprie	Încărc. tehnologică	Încărcare din brat tacla	Val. centenar	Vînt centenar	Cutremur
Ipoteza 1	1	1	1	1	1	—
Ipoteza 2	1	1	1	0,5	0,5	0,5
Ipoteza 3	1	1	1	—	—	1

În urma rezultatelor obținute, se constată că structura lucrează preponderent la eforturi axiale, celelalte eforturi secționale fiind mici în raport cu eforturile axiale.

Pentru marea majoritate a barelor, solicitările maxime au rezultat în ipoteza I de grupare a încărcărilor (val centenar și vînt maxim).

S-a elaborat suplimentar un program în conformitate cu normele „Det norske Veritas", pentru verificarea rezistenței barelor pentru structurile metalice ale platformelor fixe. Programul cuprinde 185 instrucțiuni și permite optimizarea dimensiunilor barelor. Calculul se desfășoară iterativ.

Pe baza solicitărilor secționale, se determină eforturile unitare în cîmp și pe reazem pentru bara cu secțiunea transversală stabilită (diametru D, grosime δ).

În datele de intrare în program se stabilesc secțiunile posibile de bare și eforturile unitare admisibile. Pe baza acestor date, prin încercări succesive, programul determină secțiunea de bară dintre cele posibile care corespunde optim stării de efort admise.

În iterația următoare proiectantul își poate alege, dintre variantele propuse de program, noua alcătuire a structurii pentru care se reface analiza statică de determinare a eforturilor secționale și apoi de reverificare a eforturilor unitare. Astfel în două iterații se obține configurația optimă a infrastructurii.

Programul necesită o memorie de 32 K octeți și o viteză remarcabilă de rezoluție, toate operațiile de calcul efectuîndu-se în memoria centrală a calculatorului.

Verificarea la oboseală. Pentru a aprecia siguranța în funcționare a unei structuri solicitate preponderent dinamic, trebuie făcută și verificarea la oboseală a nodurilor structurii.

O abordare probabilistă a siguranței unei structuri presupune existența unui bogat material referitor la variația parametrilor caracteristici pentru siguranța structurii. Dintre aceștia, variația solicitărilor este de o reală importanță. Pentru a analiza comportarea la oboseală și a determina durata de serviciu a îmbinărilor structurii trebuie analizate solicitările ciclice care produc fenomenul de oboseală. Acestea sînt solicitările produse de valuri, asociate cu cele produse de vînt. Măsurări ale înălțimii și ale celorlalte caracteristici ale valurilor, pe o perioadă suficient de îndelungată pentru a permite o analiză probabilistă edificatoare, de regulă nu există. Un calcul probabilist de dimensionare a unui element cu o anumită durată de serviciu poate fi edificator, cînd se cunoaște istoria solicitărilor reale pe o durată cel puțin egală cu durata de serviciu proiectată. La platformele de foraj marin durata de serviciu proiectată este de circa 20 de ani.

În lipsa unor date suficiente normale „Der norske Veritas", recomandă calea deterministă și consideră distribuția de val după legea :

$$H = H_{20}\left(1 - \frac{\log n}{\log n_{20}}\right) \qquad (2)$$

în care valul de o anumită înălțime H se repetă în 20 de ani, de un număr n de ori, poate fi determinat în funcție de înălțimea maximă a valului din acești 20 de ani (H_{20}) și de numărul total de valuri înregistrat în aceeași perioadă (n_{20}).

Prima aproximație a stării de eforturi în zona îmbinării constă în determinarea efortu-

rilor nominale σ, pe baza solicitărilor elementelor din îmbinare cu ajutorul relațiilor clasice din rezistența materialelor.

Pentru a pune în evidență punctul fierbinte, de efort unitar maxim, și pentru a determina coeficientul de concentrare a eforturilor prin raportul dintre efectul unitar maxim și cel mediu, se apelează la teoria elasticității plăcilor curbe subțiri cu ajutorul procedeului elementului finit. Calculele au fost efectuate cu ajutorul programului SAP IV utilizînd elementele de tip placă subțire.

Determinarea duratei de serviciu a îmbinării s-a făcut pe baza ipotezei cumulării liniare a vătămărilor, pentru fiecare nivel de efort unitar.

Evaluările duratei de serviciu s-au făcut atît pe baza rezistențelor admisibile la oboseală, după normele britanice, cît și americane, diferențele fiind fără importanță.

Calculul fundației pe piloți. Pentru calculul fundației pe piloți, s-au luat în considerare cerințele prevăzute în normele „Det norske Veritas" (DnV). Conform acestor norme, calculul se bazează pe metode semiprobabilistice, respectiv pe metoda stărilor limită.

Metodologia de lucru constă în calculul piloților :

a — la forțe axiale ;
b — la forțe laterale ;
c — pentru stabilirea condițiilor de batere.

Calculul la forțe axiale

Se evaluează variația capacității portante cu adîncimea pe baza profilului geotehnic din locație.

Pentru calculul piloților tubulari de tip flotant utilizați la platforma fixă nr. 1, capacitatea portantă este dată de rezistența de frecare laterală R_f și de rezistența pe vîrf R_v, aceasta din urmă neputînd depăși rezistența dopului de pămînt inclus în pilot.

Funcție de sarcinile maxime de exploatare P_{ef}^{max}, stabilite în diferite ipoteze, se determină capacitatea portantă necesară la proiectare cu formula :

$$P_{cr} = F_s \cdot P_{ef}^{max} \tag{3}$$

în care F_s este un coeficient de siguranță global care va fi mai mare decît 1,5 conform recomandărilor API—RP 2 A. La piloții de la prima platformă fixă s-a luat $F_s = 3$, dată fiind lipsa de experiență practică în acest domeniu de lucrări.

Pe baza înregistrărilor de penetrare a carotierei pe locație și a unor probe de laborator privind geotehnica locației, se determină diagrama de variație a capacității portante.

Pentru evaluarea relației încărcare-tasare, necesară în calculul privind conlucrarea structură-teren, se utilizează programul de calcul automat PILAX 2, elaborat în colaborare cu Catedra de Geotehnică și Fundații de la Institutul de Construcții București.

Calculul la forțe laterale

Calculul se face în conformitate cu recomandările internaționale acceptate (API—RP 2 A și regulile DnV), pe baza modelului de conlucrare nelineară.

Se determină relațiile încărcare laterală — moment — deplasări — rotiri pentru un pilot izolat, considerat cu capul liber la nivelul fundului mării, încărcările acționînd la acest nivel.

Se construiesc curbele $p - y$ automat și se efectuează analiza cu un program special PILOTT, elaborat de același colectiv. Relațiile obținute privind variația rigidității capului de pilot la translație și rotire se folosesc apoi în calculul de conlucrare.

Pentru considerarea efectului jacketului asupra deformațiilor la capul pilotului, se trece la o nouă conlucrare simplificată după următoarea schemă :

— se presupune o articulație la nivelul terenului între jacket și pilot ;

— se calculează rigiditatea la rotire a piciorului jacketului cu relația :

$$K_{\theta,s} = M_s / Q_s \tag{4}$$

În acest scop, se consideră că barele care converg în nodul respectiv sînt încastrate la capătul opus, rigiditatea elastică $K_{\theta,s}$ fiind calculată cu formula :

$$K_{\theta,s} = 4 \sum \frac{E_i \cdot I_i}{l_i} \tag{5}$$

— se pune condiția ca rotirea pilotului și a piciorului jacketului să fie egale :

$$\theta_s = \frac{M_s}{K} = \theta_p(M_s) - \theta_p(T) \tag{6}$$

în care $\theta_p(M_s)$ este rotirea capului pilotului datorită momentului MS aplicat pe pilot și $\theta_p(T)$ este rotirea capului pilotului din forța tăietoare aplicată pe pilot ;

— se rezolvă prin încercări relația (6) și rezultă momentul M_s, ce trebuie aplicat concomitent cu forța tăietoare T_{max} pe capul pilotului considerat liber ;

— se rezolvă starea de eforturi din pilot sub acțiunea sistemului de încărcări M—T.

Condițiile de batere

Analiza condițiilor de batere este realizată prin metoda ecuației undei, cu ajutorul programului WAVE 02.

Propagarea undei de efort are la bază legea a doua a mecanicii : suma vectorială a forțelor care acționează asupra unui corp este egală cu produsul dintre masă și accelerație.

Algoritismul utilizat în programul WAVE 02 pornește de la modelul de bază prezentat de Smith (1960), pentru rezolvarea ecuației diferențiale a propagării undelor longitudinale induse în pilot la aplicarea unui șoc cu un berbec. Prin acest model se consideră pilotul discretizat într-un număr de elemente substituite prin mase echivalente, interconectate prin resoarte elastice a căror constantă se deduce din legea lui Hooke :

$$K = \frac{EA}{l}, \text{ unde K — constanta resortului.}$$

Berbecul este reprezentat printr-o masă echivalentă, perna capișonului printr-un resort, capișonul propriu-zis printr-o masă echivalentă. Se presupune că undele produse prin loviturile berbecului străbat segmentele scurte de pilot și se reîntorc după un foarte scurt interval de timp, care depinde de materialul din care este realizat pilotul și lungimea l a elementului.

Acestea trebuie să fie suficient de mici, astfel încît viteza undei, forțele și deplasările să fie admise constante în cursul intervalului.

Pe măsură ce pilotul este bătut, forțele laterale și vîrful angajează rezistențe date de frecare și de deplasarea pămîntului, precum și efecte de atenuare.

Din toate aceste aspecte, se poate arăta că elementele de proiectare pentru baterea piloților furnizate de analiza ecuației undei a condițiilor de batere, în lumina programului de calcul automat WAVE 02 sînt :

— stabilirea energiei de batere și alegerea în consecință a utilajului corespunzător ;

— determinarea eforturilor maxime de compresiune și întindere ce se produc în pilot, în timpul baterii, cu consecințe directe privind dimensionarea de rezistență a acestuia ;

— stabilirea fișei necesare a pilotului ;

— evaluarea timpului de înfigere a pilotului.

Astfel, pentru un pilot dat, instalat la o adîncime dată, se poate alege energia de batere dorită E_l, funcție de capacitatea statică R_{sp}, prezumată în funcție de viteza de înfigere dorită.

Dacă se alege energia E_3, se prevăd a fi aplicate un număr N_3 de lovituri cu berbecul pentru o înfigere a pilotului de 10 cm și cunoscînd frecvența de batere a utilajului se poate deduce și timpul de înfigere.

Timpul de înfigere este legat și de fenomenele geologice din teren. Pentru estimarea acestui timp, trebuie să fie cunoscut timpul necesar atingerii deplasării plastice maxime la o lovitură.

În același mod variază și efortul maxim indus în pilot cu energia de batere și din condițiile evitării degradărilor capului pilotului ($F_{max} < F_{ad}$) se poate modifica opțiunea inițială asupra energiei de batere.

Realizarea primei platforme fixe

Pentru începerea exploatării pe zăcămîntul LEBĂDA, primul descoperit în platoul continental românesc al Mării Negre, s-a optat pentru un sistem simplificat de exploatare preliminară în avans a zăcămîntului, mai ușor și mai rapid de realizat, care să permită în același timp și exploatarea de probă a zăcămîntului, urmînd ca ulterior să se încadreze într-un sistem mai complex de exploatare definitivă (fig. 1).

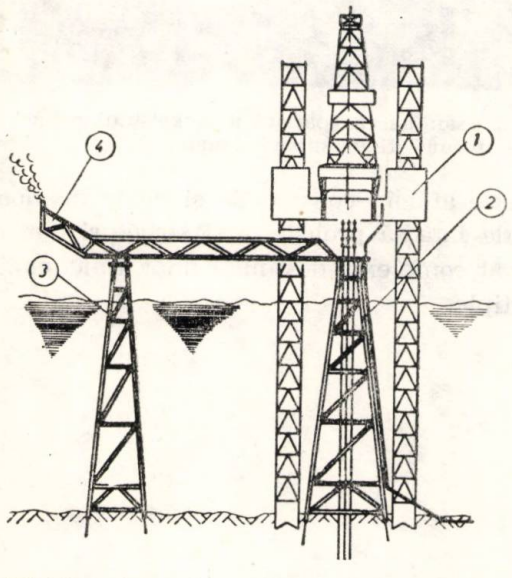


Fig. 1 Schița sistemului de exploatare preliminară pentru zăcămîntul „LEBĂDA".

1 — platforma autoridicătoare „GLORIA"
2 — platforma fixă suport sonde ;
3 — platforma fixă suport faclă ;
4 — braț suport al faclei

Ținîndu-se cont de posibilitățile de construcție și mai ales de limitările dimensionale impuse de modul de conlucrare cu platforma autoridicătoare GLORIA, în slotul căreia urmează să se instaleze și cu care se vor fora sondele, a rezultat o platformă fixă de mici

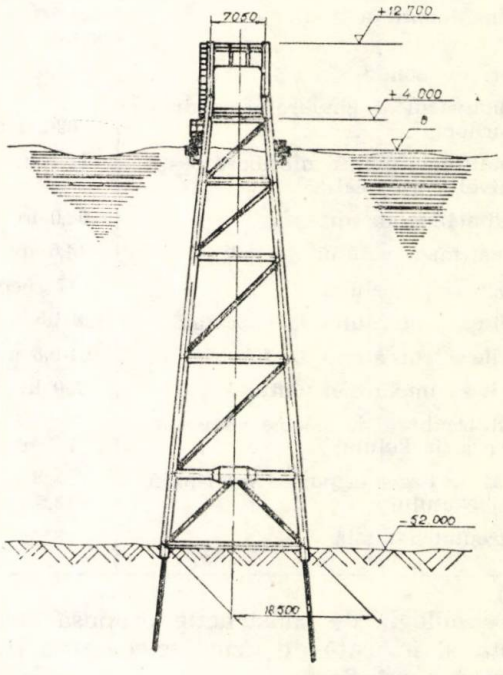


Fig. 2 Platforma fixă suport a 9 sonde, pentru zăcămîntul petrolifer submarin „Lebăda".

dimensiuni, cu principala funcționalitate de a suporta conductorii a 9 sonde de producție și de injecție. Configurația acestei platforme fixe este arătată în figura 2, iar principalele sale caracteristici tehnice sînt prezentate în tabelul 2.

După cum se vede este o platformă cu 4 picioare (diametru exterior al picioarelor $\varnothing$ = 900 mm), de formă tronco-piramidală și secțiune în formă de pătrat, cu latura de 7300 mm la partea de sus și 18500 mm la partea de jos.

Jacketul este construit din materiale tubulare virolate și sudate (diametre peste 500 mm) și laminate (pentru cele mici). Materialele folosite au fost :

— pentru noduri : tablă din oțel RV-52, cu garantarea proprietăților pe direcția „Z" (perpendicular pe planul de laminare) pentru a preveni destrămarea lamelară a tablei la grosimi peste 20 mm și cu asigurarea $C_e \leq 0{,}45$;

— pentru restul structurii de rezistență și pentru piloți : tablă din oțel OCS-52.7a ;

— pentru elemente secundare : țevi laminate din oțel OLT-45.

Pentru oțelul structural s-au elaborat și convenit cu Institutul de specialitate I.C.E.M. și cu furnizorul C. S. Galați — caiete de sarcini speciale.

Caracteristicile tehnice principale ale primei platforme fixe suport sonde pentru zăcămîntul petrolifer submarin „Lebăda"

Tabelul 2

— funcționalitate	suport sonde
— nr. de sonde	9
— diametrul de ghidare al conductorilor	826 mm
— înălțimea punții inferioare peste nivelul apei calme	12,7 m
— adîncimea de apă	52,0 m
— înălțimea valului de calcul	14,5 m
— perioada valului	7-17 secunde
— viteza curentului la suprafață	0,8-1,5 m/s
— viteza curentului la fund	0,4-0,8 m/s
— viteza maximă a vîntului	230 km/h
— latura bazei la partea superioară a jacketului	7,3 m
— latura bazei la partea inferioară a jacketului	18,5 m
— greutatea totală	635 t

Tehnologia de construcție propusă de proiectant și însușită de uzina executantă (I.U.C. Ploiești) a prevăzut :

— executarea țevilor prin virolare și sudare automată ;
— prefabricarea nodurilor și pregătirea pentru sudură a tuturor barelor în uzină ;
— asamblarea spațială la un șantier naval, unde jacket-ul să poată fi cuplat cu flotorii și lansat la apă.

A fost ales Șantierul Naval „2 Mai" Mangalia, unde asamblarea s-a realizat astfel :

— asamblarea la sol a două fețe opuse ;
— verticalizarea celor 2 fețe, dispuse la distanță convenabilă ;
— executarea legăturilor între cele 2 fețe verticale prin barele celorlalte 2 fețe (fig. 3) ;
— completarea structurii cu elementele constructive suplimentare (panourile de ghidare a conductorilor sondelor, tubulaturi de cimentare, țeava de control a verticalității, apărători de colț etc.), precum și cu dispozitivele de prindere și ghidare necesare cuplării cu flotorii de transport, lansării la apă și unor operații de instalare.

Deoarece nu există normative și reglementări românești pentru proiectarea, construcția, supravegherea și certificarea platformelor marine fixe, atît calculul cît și proiectarea de către I.P.C.U.P. s-au efectuat pe baza metodelor proprii de calcul și cu respectarea unor normative străine, cu largă circulație internațională (norme API, reguli DnV etc.).

Proiectul a fost avizat de R.N.R. (Registrul Naval Român), care a asigurat în continuare supravegherea execuției și finalmente a certificat construcția.

Pe baza experienței acumulate la proiectarea și execuția primei platforme fixe, I.P.C.U.P. a elaborat proiectul unei a doua platforme fixe

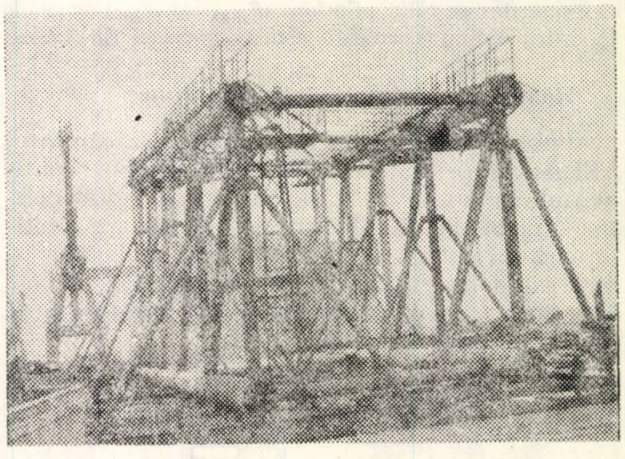


Fig. 3 Asamblarea spațială a jacket-ului primei platforme fixe suport sonde.

care se află în construcție și poate în momentul de față să proiecteze și structuri mai mari și mai complexe, destinate unor funcționalități multiple.

CZ : 665.5.002.5

Condiții tehnice și soluții constructive pentru instalații de foraj și alte echipamente petroliere destinate să lucreze în zone ostile

Ing. Petre **RAȚĂ** — I.P.C.U.P. Ploiești

Introducere

„Era petrolului va continua și după anul 2000" — este părerea majorității experților în probleme energetice. Este cunoscut că principalele rezerve de hidrocarburi din zonele accesibile terestre, cu penetrabilitate ușoară și climă propice executării lucrărilor de foraj și exploatare a sondelor s-au redus în mod continuu.

În prezent și în viitor, speranțele omenirii pentru descoperirea de noi rezerve de petrol și gaze sînt, pe lîngă forajul de mare adîncime, oceanul planetar, zonele înghețate și banchizele polare, deșerturile, junglele și regiunile cu relief foarte accidentat, denumite de specialiști sub expresia de **zone ostile.**

În această lucrare vom căuta să prezentăm cîteva din condițiile speciale ce se au în vedere de către specialiștii I.P.C.U.P., la proiectarea și dezvoltarea instalațiilor de foraj și a altor echipamente petroliere, capabile a executa lucrări specifice și cu eficiență corespunzătoare în zone ostile, cum ar fi zonele cu climă rece, deșerturile și zonele izolate (jungle, mlaștini, terenuri accidentate).

Zone cu climă rece

În condițiile de climă rece, cu temperaturi pînă la —60°C, mașinile, utilajele, instalațiile de foraj în completul lor trebuie să-și păstreze capacitatea de funcționare corespunzătoare parametrilor proiectați, ținînd seama de prezența înghețului permanent (permafrort) și a nopții polare.

Pentru condițiile de transport, a instalațiilor auto-propulsate este necesar să se țină seama de :

a) în perioada de îngheț : teren acoperit cu zăpezi mari, drumuri înghețate, cu relief complicat, bolovani înghețați și roci stîncoase ;

b) în perioada de temperaturi alternative : sol, sau turbă în dezgheț și sub el strat înghețat, mlaștini, zonă de tundră.

Pentru asigurarea capacității de funcționare și a fiabilității pieselor și a mașinilor în condiții de climat rece, sînt necesare măsuri suplimentare printre care menționăm :

— soluții speciale de proiectare ;

— corecții în sistemul de toleranțe și ajustaje ;

— folosirea unor materiale speciale rezistente la temperaturi joase ;

— tehnologii speciale de sudură, tratamente termice și acoperiri de protecție.

Alte cerințe țin seama de particularitățile constructive pentru piesele de bază ale mașinilor :

— închiderea spațiilor de lucru și asigurarea temperaturii pentru lucru în condiții normale (folosire de materiale termoizolante, acces comod pentru întreținere, baterii acumulatoare pentru pornirea motoarelor) ;

— roți antiderapante sau șenile late ;

— dispozitive de tracțiune, trolii pentru ancorări ;

— cabine pentru operații, încălzite la minimum +10°C și ventilate ;

— instalații de dezghețare și dezaburire a geamurilor ;

— geamuri cu protecție antiradiante ;

— aparate emisie-recepție radio ;

— sisteme pneumatice prevăzute cu încălzitoare și aparate pentru absorbirea vaporilor ;

— lichide antigel și lubrifianți speciali ;

— atenție deosebită la interschimbabilitatea pieselor și subansamblelor (grad ridicat de interschimbabilitate) ;

— necesarul de combustibili pentru minim 600 km ;

— semnalizare sonoră cu amplificare de circa 90 db ;

— culori vii (oranj, roșu, galben), benzi și semne fluorescente ;

— termenele de garanție a funcționării trebuie să fie cel puțin ca pentru cele construite normal ;

— instrucțiunile de exploatare trebuie să fie completate cu particularități de întreținere ale sintemului de încălzire, depozitare și conservare, tehnica securității în condiții de climă rece, precum și modalități de remediere a avariilor.

Calculul toleranțelor și ajustajelor la piesele ce lucrează la temperturi joase, trebuie să asigure funcționarea normală a îmbinărilor, în intervalul de temperaturi de la —60° la +20°C,

astfel ca jocurile limită (strîngerea ajustajului) ale ajustajului să nu depăşească jocurile limită ale ajustajului iniţial, în conformitate cu cele ce urmează :

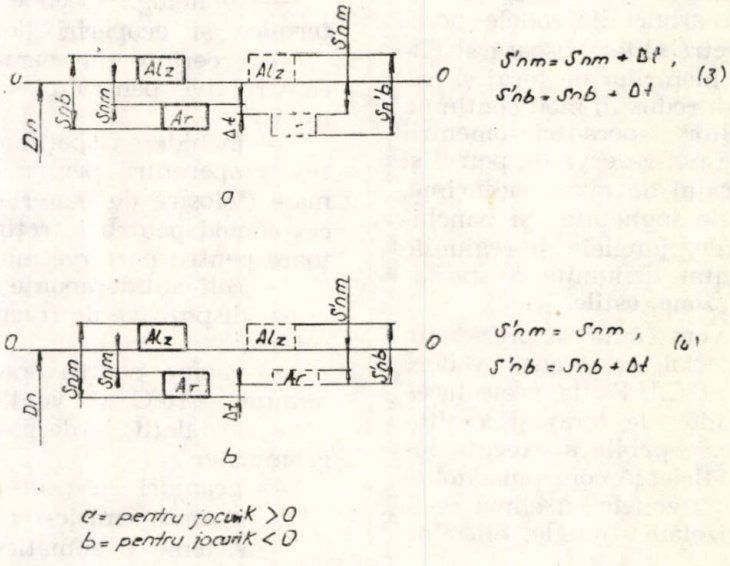
1 — Modificarea la temperatură a ajustajului Δt, se determină după formula :

$$\Delta t = d \cdot \Delta\alpha \cdot t \qquad (1)$$

d — diametrul nominal al îmbinării ;

$\Delta\alpha$ — diferenţa dintre coeficienţii de dilataţie liniară a materialelor alezajului, respectiv a arborelui, ale căror valori se raportează la temperatura medie de 20°C ;

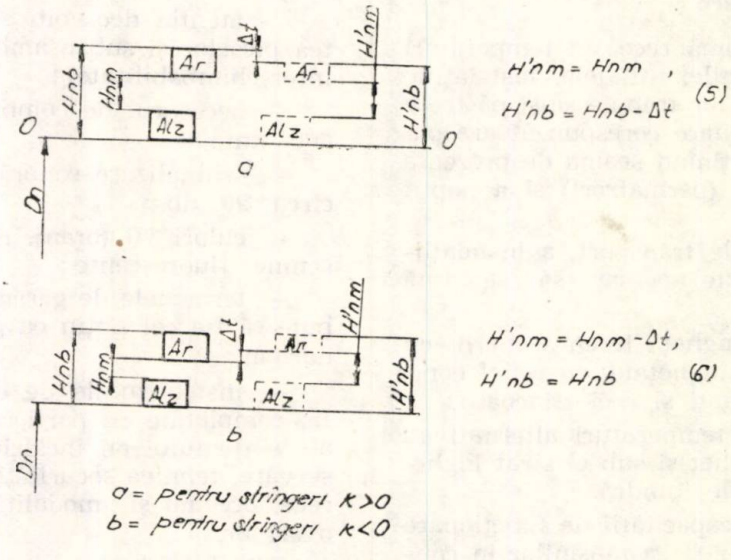
t — căderea de temperatură = 80°C.



$S'nm = Snm + \Delta t$,
$S'nb = Snb + \Delta t$ (3)

$S'nm = Snm$,
$S'nb = Snb + \Delta t$ (4)

Fig. 1



$H'nm = Hnm$,
$H'nb = Hnb - \Delta t$ (5)

$H'nm = Hnm - \Delta t$,
$H'nb = Hnb$ (6)

Fig. 2

Pentru calcule aproximative pot fi folosite valorile medii ale coeficienţilor de dilataţie liniară, pentru grupe de materiale des folosite în construcţia de maşini, în intervalul de plus 20°C pînă la minus 60°C, prezentate în tabelul 1 ;

2 — Pentru simplificarea calculului modificării la temperatură a ajustajului, aceasta poate fi prezentată sub forma ;

$$\Delta t = d \cdot K, \text{ unde } K = \Delta\alpha\, t \qquad (2)$$

Coeficienţii K, calculaţi pe baza valorilor medii ale coeficienţilor de dilataţie liniară, pentru cîteva combinaţii reprezentative de materiale ale pieselor conjugate sînt prezentaţi în tabelul 2.

În funcţie de combinaţia materialelor, coeficientul K poate fi pozitiv sau negativ. La valorile pozitive ale lui K ($K > O$; $\alpha A > \alpha B$), cu scăderea temperaturii, jocul se reduce, iar

strîngerea crește. La valorile negative ale lui K ($K<O$; $\alpha A < \alpha B$), cu scăderea temperaturii, jocul crește iar strîngerea se reduce. Graficul modificării de temperatură a ajustajelor la dia-

Coeficienții de dilatare liniară pentru diferite grupe de materiale folosite în construcția de mașini

Tabelul 1

Denumirea materialelor	Marca materialelor	Coef de dilatare 10 (1/°C)
oțel de construcție cu elemente de aliere pînă la 8%.	Toate mărcile conform standardelor	10,8
fonte cenușii, aliate și nodulare	Conf. standardelor existente	10,0
alame	Am 68; Am 63; Am 59-1	18,1
bronzuri	Bz 7; Bz 6; Bz 6,5; Bz 4; Bz 9 Zn	17,1
aliaje de aluminiu și magneziu	Al 2 ... Al 9	20,8

metre pînă la 100 mm, se prezintă în figura 3, iar la diametre de la 100 la 500 mm, în figura 4.

3 — La calculul modificării la temperatură a ajustajului format din mai multe îmbinări a mai multor piese, trebuie să se țină seama de influența modificărilor de temperatură a ajustajelor, dintre fiecare pereche de piese asupra ajustajului din perechea examinată.

4 — Pornind de la condițiile formulate la punctul 1, jocurile limită și strîngerile la ajustajele calculate se determină după schemele prezentate în figurile 1 și 2, unde în formulele (3) și (4) :

S_{nm} și S_{nb} — jocurile minim și maxim la ajustajul inițial ;

S'_{nm} și S'_{nb} — jocurile minim și maxim la ajustajul calculat.

În formulele (5) și (6)

H_{nm} și H_{nb} — strîngerile minimă și maximă, la ajustajul inițial ;

H'_{nm} și H'_{nb} — strîngerile minimă și maximă la ajustajul calculat.

5 — Cel mai apropiat ajustaj standard se ia din valorile limită aflate, ale jocurilor (sau strîngerilor) la ajustajul calculat. În această situație, este de dorit să se mențină sistemul inițial de alezaje sau de arbori. Se admit orice ajustaje combinate, formate din cîmpul de toleranțe standard ale arborilor și alezajelor. În primul rînd se recomandă să se definească cîmpul de toleranțe cu aplicare preferențială.

6 — La definirea ajustajelor în conformitate cu paragrafele 4 și 5, compensarea modificării de temperatură a ajustajului se realizează prin reducerea toleranței ajustajului. Un asemenea mod de compensare este admisibil în acele cazuri cînd toleranța ajustajului inițial depășește sensibil mărimea modificării de temperatură a ajustajului. Din considerente tehnologice, compensarea trebuie să se realizeze cu precădere pe seama reducerii toleranței arborelui, păstrînd nemodificată toleranța alezajului.

7 — Dacă reducerea toleranțelor, la piesele care se îmbină, nu este acceptată, sau nu poate compensa în întregime modificarea de temperatură a ajustajului, atunci urmează să se examineze posibilitatea alegerii unui ajustaj ale cărui jocuri limită și strîngeri să depășească limitele stabilite după formulele (3), (4), (5), (6). Astfel, pornind de la condițiile de lucru ale construcției, trebuie să se verifice admiterea nerespectării caracterului ajustajului inițial la temperatura normală (dacă jocul limită sau strîngerea la ajustajul ales depășesc limita

Valorile coeficientului K, pentru calculul modificărilor de temperaturi ale ajustajelor

Tabelul 2

Materialul alezajului (de bază)	MATERIALUL AXELOR				
	Aliaj de aluminiu	Alame	Bronzuri	Oțeluri	Fonte
Aliaje pe bază de aluminiu	0,00000	0,00022	0,00030	0,00080	0,00086
alame	— 0,00022	0,00000	0,00008	0,00058	0,00065
bronzuri	— 0,00030	— 0,00008	0,00000	0,00050	0,00057
oțeluri	— 0,00080	— 0,00058	— 0,00050	0,00000	0,00006
fonte	— 0,00086	— 0,00065	— 0,00057	— 0,00006	0,00000

ajustajului calculat care nu se corectează), sau la temperatura de minus 60°C (dacă jocul limită sau strîngerea la ajustajul ales depășește limita ajustajului calculat corectat).

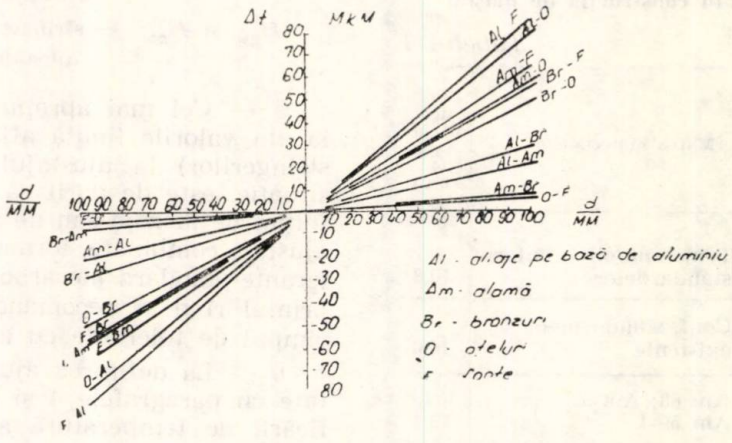


Fig. 3

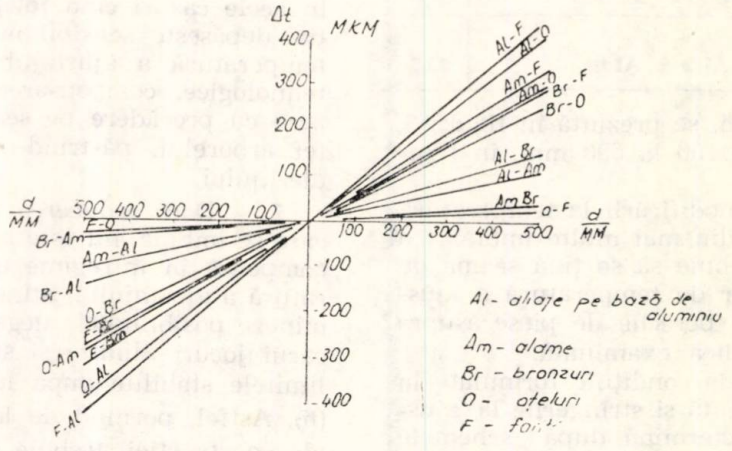


Fig. 4

8 — Dacă mărimea modificării de temperatură a ajustajului nu poate fi compensată printr-unul din modurile stabilite în metodică, urmează să se examineze posibilitatea alegerii materialelor, perechi, cu o diferență mai mică a coeficientului de dilatație liniară.

9 — Pentru o mai mare apropiere de caracterul ajustajului inițial se recomandă să crească cerințele față de finețea suprafeței pieselor ce se îmbină care lucrează în condiții de climă rece, cu cel puțin o clasă. Exemple de calcul pentru ajustajele ce se folosesc în construcția de mașini și utilaje, care lucrează la temperaturi joase (—60°C) se pot găsi și folosi din GOST 14892—69.

Zone deșertice

Alte zone ce se află în prezent în centrul interesului pentru cercetări geologice, cu perspective în descoperirea de noi rezerve de hidrocarburi sînt deșerturile, care cuprind suprafețe imense pe planeta noastră — circa 20 mil. km^2, respectiv o suprafață de două ori mai mare decît Europa.

Condițiile grele de climă, temperaturile ridicate în timpul zilei (+50°C) și nopțile reci, cînd mercurul termometrului coboară sub zero grade, lucrul în zone izolate, fără drumuri amenajate, costurile ridicate cu întreținerea personalului, fac ca șantierele organizate în deșert să se compare cu platformele de foraj marin.

Pe lîngă solicitarea unei furnituri complexe (de amenajările pentru cazarea oamenilor, de sistemele de răcire și de etanșare împotriva impurităților, de necesitatea ridicării gradului de redondanță), la proiectarea unor instalații de foraj destinate lucrului în deșert, trebuie să se adopte soluții noi pentru scurtarea duratei de montaj—demontaj—transport, prin realizarea ei într-un număr minim de colete toate montate pe roți.

O astfel de instalație concepută cu soluții noi, originale, a fost proiectată de specialiștii I.P.C.U.P. în 1983 și oferită la export.

În figurile 5 și 6, se prezintă două vederi (în poziție de transport și în curs de montaj) ale instalației de foraj F 200-3DH-T.

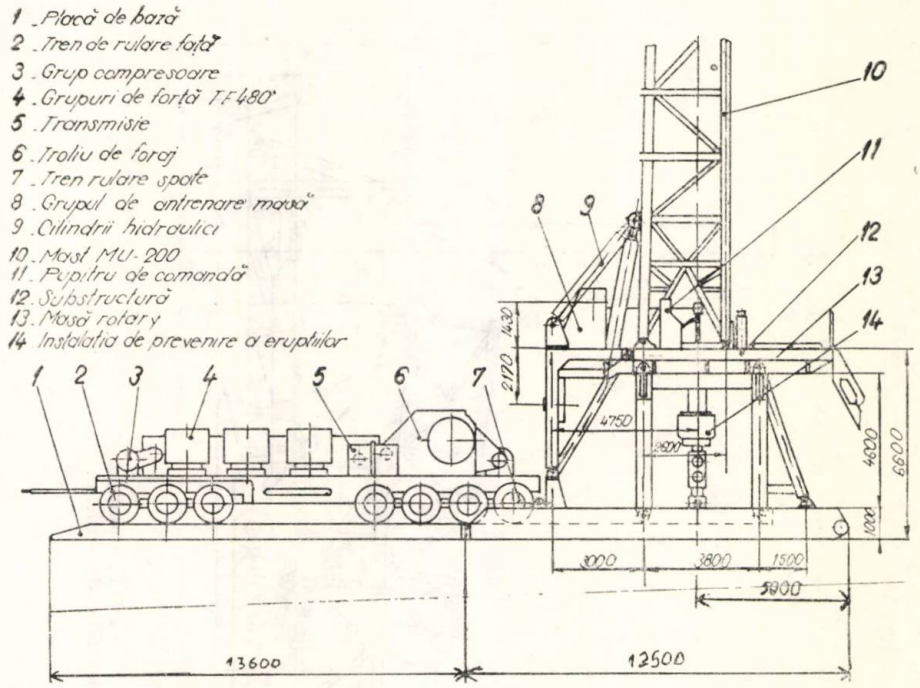


Fig. 5 Instalația de foraj F 200—3 DHT în poziție de lucru.

Acest tip de instalație, care este concepută pentru forajul sondelor de medie adîncime și poate fi transportată integral pe roți într-un număr minim de colete, are următoarele caracteristici :

— sarcina maximă la cîrlig..... 220 tf (250 st) ;
— adîncimea max. de foraj (cu prăjini ∅ 4 1/2 in) ..... 4800 m ;
— sistemul de manevră ..... 5 x 5 ;
— grupuri de foraj tip TF-480 ..... 4 x 460 CP/1500 rot/min, tip MTU 6V-396;
— diametrul cablului ..... 32 mm (1 1/4 in) ;
— puterea de intrare în troliu ..... 1500 CP ;
— masa rotativă ..... MRL-275 ;
— cap hidraulic ..... CH-320 ;
— pompe de noroi ..... 2 x 700 — 1000 C.P.

Coletele principale ale instalației sînt : instalația mecanică — propriu-zisă, mastul, substructura, instalația de noroi și pompele de noroi.

Coletele de transport rămîn ca atare și în timpul lucrului. Mastul și substructura sînt ridicate cu ajutorul unor cilindri hidraulici. Grupul de antrenare masă, inclusiv arborele mosoarelor care este acționat mecanic, se transportă integrat într-o substructură adițională, iar ridicarea se face tot cu cilindri hidraulici. După operația de rabatere a mastului și substructurii și aducerea remorcii părții mecanice în poziție finală, pentru punerea în funcțiune a instalației propriu-zise, este necesar să se realizeze două legături mecanice și anume : între remorca instalației și grupul de antrenare masă și între acesta și masa rotativă.

Este remarcabil faptul că, deși instalația este în întregime transportabilă, ea asigură totuși manevrarea în mast a pașilor de prăjini tălpi de 27 m.

În ce privește construcția metalică, sînt necesare unele precizări.

Mastul, executat din profile, este format din 3 tronsoane telescopice avînd secțiunea transversală în formă de „U". Mastul se transportă pe o remorcă proprie, în poziție strînsă, avînd vîrful rezemat în articulația de pe trenul de rulare-față, iar baza mastului pe trenul de rulare-spate.

Substructura, care include podul sondei cu masa rotativă și este rabatabilă în sistem paralelogram, se transportă în stare pliată pe o remorcă proprie, poziționarea pe locație făcîndu-se direct de pe remorcă, cu ajutorul a 4 cilindrii hidraulici de coborîre-ridicare.

Telescoparea mastului se face la orizontală cu ajutorul remorcherului. Această operație se face cu mastul așezat pe remorcă și cuplat în articulațiile aflate pe podul sondei de la substructură. Rabaterea substructurii în poziția de lucru se realizează prin împingerea și ridicarea mastului (articulat de substructură la nivelul podului sondei), cu ajutorul a doi cilindrii.

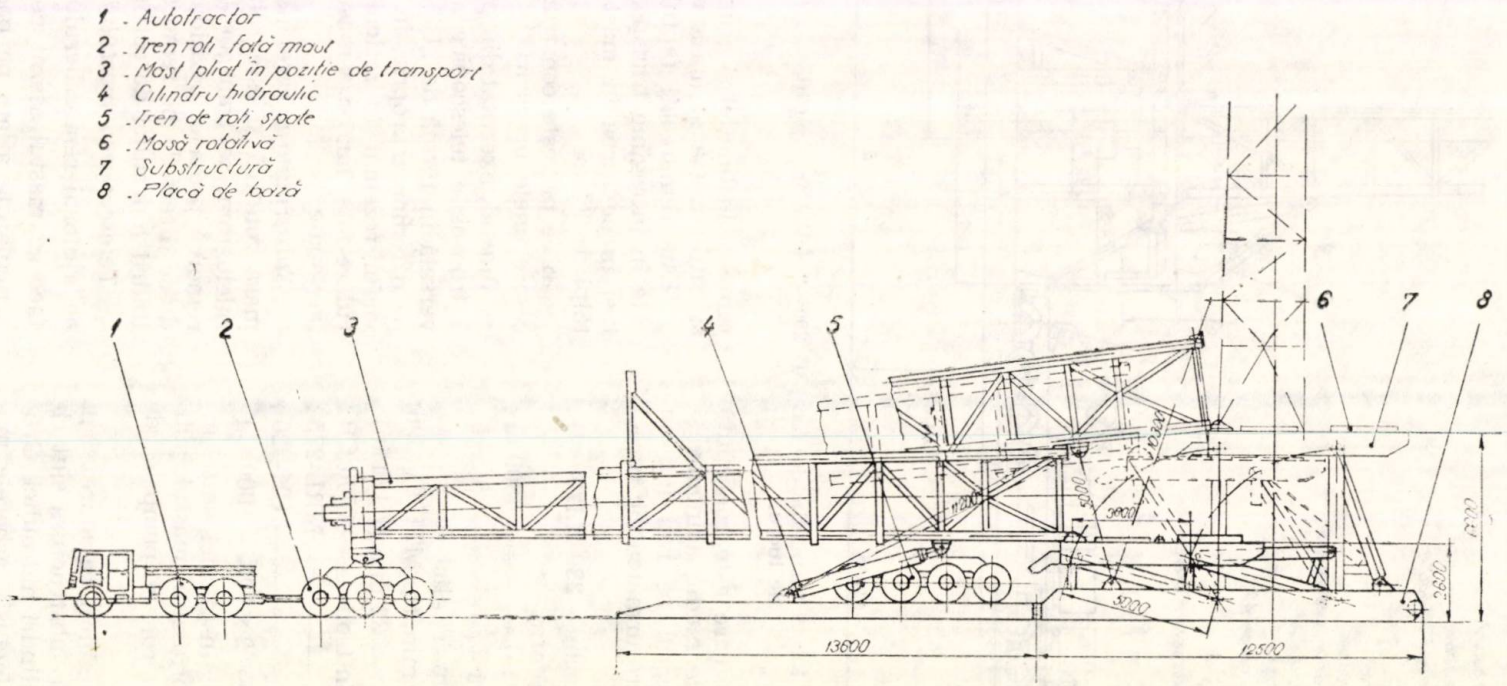


Fig. 6 Instalația de foraj tip F 200—3 DHT, montată la sol și pregătită pentru operațiile de ridicare.

Instalația este deja solicitată de beneficiarii externi, iar la licitații internaționale, în confruntare internațională deosebită, a fost preferată soluția propusă de noi.

Zone geografice izolate

Pentru zone izolate cum ar fi : jungle, mlaștini și terenuri accidentate sînt concepute (sau se realizează la cerere) instalații de foraj, alte echipamente petroliere, constituite din colete transportabile cu elicopterul. În funcție de capacitățile de ridicare ale acestor mijloace de transport, coletele pot fi de 2, 3 sau 10 tone, în funcție de care se aleg soluțiile constructive și se elaborează proiectele respective.

Desigur că, pentru asemenea variante de instalații, se au în vedere — pe lîngă soluțiile generale de compunere a furniturii — mai ales posibilitățile de demontare și montare a elementelor componente ale unor ansambluri funcționale puternic solicitate în procesul de foraj, cum ar fi : troliul, transmisiile mecanice ale puterii, pompele de noroi, grupurile de acționare, mastul și substructura, ca elemente de construcție metalică spațială portantă.

I.P.C.U.P. a elaborat proiecte pentru instalații de foraj transportabile cu elicopterul, în colete de 2 sau 3 t, la cererea unor beneficiari externi, în prezent aflîndu-se în construcție la Intreprinderea „1 Mai" Ploiești o asemenea instalație de foraj.

În figura 7, prezentăm o schemă standard pentru o instalație de foraj transportabilă cu elicopterul, realizată de firma NATIONAL SUPPLY Co. din S.U.A.

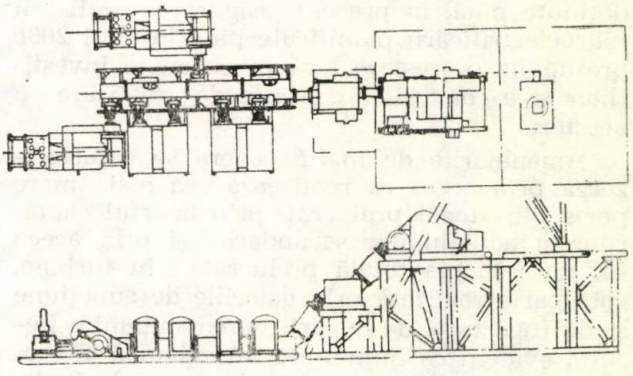


Fig. 7 Instalație de foraj elicopterabilă (plan general).

Se menționează că o instalație de foraj din clasa F. 200 — stndard, într-o furnitură completă pentru lucru, în această variantă, se compune din circa 150 colete.

Pentru pătrunderea în zone mlăștinoase, terenuri ce nu permit presiuni specifice normale, sau cu circulație fără drumuri amenajate, sînt concepute instalații transportabile, montate pe vehicule prevăzute cu șenile late, care asigură o presiune specifică la sol, cuprinsă între 0,3 și 0,5 daN/cm^2.

CZ : 622.002.5.

Gama instalațiilor de forat galerii orizontale destinate amenajărilor hidroenergetice și miniere pentru extracția petrolului

Dr. ing. Iulian **GRĂDIȘTEANU**, ing. Alcibiade **MIHĂILESCU**, ing. Valentin **PELLE** — I.P.C.U.P. Ploiești
Ing. Dumitru **SCHIOPU** — M.E.E. — T.C.H.
Ing. Sabin **IRIMIE** — M.E.E. — I.S.P.H.

Sarcinile de mare răspundere, care stau în fața energeticii și a industriei extractive românești în perioada următoare, pot fi îndeplinite numai prin realizarea mecanizării lucrărilor în subteran, la nivelul tehnic atins pe plan mondial, cu cea mai mare eficiență economică.

În cadrul acestui program de mecanizare a lucrărilor în subteran, săparea galeriilor orizontale și a planelor înclinate ocupă un loc primordial. Acțiunea de asimilare a acestor instalații, de mare complexitate tehnică, a revenit M.I.C.M., în condițiile unei deosebite competitivități cu cele mai bune produse realizate de S.U.A. și R.F.G.

Realizarea independenței energetice a țării este condiționată direct și de măsura în care se va realiza o cît mai rapidă punere în exploatare a resurselor energetice regenerabile. Dintre acestea, cele mai importante si rentabile sînt reprezentate de centralele hidroelectrice. Din totalul potențialului hidroenergetic amenajabil, care se ridică la o valoare de aproximativ 14.000 MW, respectiv 40.000 GWh/an, centralele de înaltă cădere au un aport de circa 50 % din putere și circa 40 % din energie.

Pînă în prezent, dintre centralele de înaltă cădere s-au dat în exploatare aproximativ 1500 MW, care produc în anul mediu circa

3.000 GWh. Planul de stat prevede, pentru perioada 1980—1990, punerea în valoare a circa 2900 MW, urmînd ca pînă în anul 2000 să se realizeze, practic, amenajarea integrală a potențialului hidroenergetic. Față de rezultatele obținute pînă în prezent, asigurarea realizării hidroelectrificării planificate pînă în anul 2000 presupune o creștere fără precedent a investițiilor și a condițiilor concrete de realizare a acestora.

Amenajările de înaltă cădere se caracterizează prin aceea că realizează cea mai mare parte din stocul prelucrat, prin aportul captărilor și aducțiunilor secundare și prin aceea că, din căderea totală prelucrată în turbine, cota parte realizată prin galeriile de aducțiune și de fugă este, de departe, predominantă. Rezultă evident că importanța funcțională și economică a aducțiunilor secundare și principale, realizată sub formă de galerii în cea mai mare parte, este extrem de mare ea condiționînd, statistic punerea în funcțiune a amenajărilor. Situația în acest domeniu este următoarea :

— galerii aflate în exploatare — 300.000 metrii liniari ;
— galerii aflate în execuție — 300.000 ml ;
— galerii aflate în diverse etape de proiectare — 800.000 ml ;

Total galerii în evidență — 1.400.00 ml.

Rezultă că în prezent sînt în execuție, sau în fază de a intra în execuție, circa 1100 km de galerii, ceea ce reprezintă o medie anuală de circa 84 km.

Pînă în prezent s-a înregistrat un ritm anual mediu de 19 km, cu metode clasice de excavare care nu pot asigura în mod cert ritmul ridicat de execuție a galeriilor hidroenergetice, impus de planul de stat.

Folosirea tehnologiilor clasice, bazate pe utilizarea excavării cu explozivi minieri, încărcare mecanizată a sterilului, armare cu cintre și betonarea căptușelii după străpungerea tronsoanelor de galerii, au determinat în ultimii 10 ani o scădere continuă a ritmurilor de execuție. O ameliorare a acestor tehnologii (obținută prin completarea dotării cu utilaje și forței de muncă poate determina o creștere nesemnificativă față de sarcinile de plan. Din examinarea rezultatelor, se poate trage concluzia că aplicarea tehnologiilor clasice poate fi admisă numai pentru acele galerii care nu pot fi executate prin forare la secțiune plină, din diverse cauze obiective, dintre care citām ca principale :

— lipsa unui număr suficient de mașini INGO ;

— tronsoane cu structură geomorfologică nefavorabilă.

Rămînerea în continuare numai la aceste tehnologii are drept consecință întîrzierea cu pînă la 15 ani a punerilor în funcțiune a centralelor de înaltă cădere și o reducere a sistemului energetic național de pînă la 20.000 KWh energie hidroelectrică, pe aceeași perioadă de timp.

Tehnologiile moderne, bazate pe utilizarea forării cu mașini de tip INGO și a betonării în flux continuu a căptușelilor din beton cu ajutorul cofrajelor metalice, a cadrelor port-cofraj și a pompelor de beton cu piston, permit realizarea unor ritmuri ridicate de execuție, scurtarea perioadelor de realizare a investițiilor și apropierea punerilor în funcțiune de prevederile planului de hidroelectrificare. De asemenea, se obțin economii substanțiale la organizarea în șantier, concomitent cu creșterea corespunzătoare a productivității muncii.

În principiu, mașinile de forat galerii la secțiune plină au devenit competitive și folosirea lor se extinde continuu, atît în construcția hidrocentralelor, cît și a galeriilor de alte folosințe (miniere, tunele rutiere și feroviare, canalizări etc.), datorită unor calități de bază, dintre care principale pot fi considerate următoarele :

— viteze mari de excavare (pînă la 1100 ml/lună) ;
— reducerea fronturilor de lucru și a cheltuielilor de organizare ;
— reducerea supraprofilelor și a cantității de beton pus în operă ;
— nealterarea proprietăților fizico-mecanice a rocii din imediata apropiere a excavației ;
— preț de cost pe „ml de galerie" cu atît mai scăzut, cu cît vitezele de excavare sînt mai mari ;
— industrializarea la maxim a execuției galeriilor.

Tipurile de mașini INGO s-au stabilit pe bază statistică, avîndu-se în vedere ponderea secțiunilor în cadrul schemelor de amenajare valabile în momentul începerii acțiunii de asimilare. În viitor este posibil, totuși, ca această gamă să fie completată, în sensul adoptării unor diametre de excavare mai mari ca acelea avute în vedere inițial (D_{ex} = 7,50 m, pentru Bistrița amonte).

Gama de mașini INGO aflate în prezent în graficul de asimilare și livrare M.E.E. — M.I.C.M. este prezentată în tabelul 1.

Tabelul 1

INGO — Tip	D_{ex} [m]	D_i [m]
3,2	3,20	2,70—2,80
3,6	3,60	3,00
4,6	4,60	4,00
6,5	6,50	5,90

Tehnologia bazată pe **forarea cu mașini INGO** presupune în primul rînd asigurarea, asimilării fabricației conform graficului (tab. 1), livrarea în ritmul convenit a mașinilor și realizarea unor avansamente medii conform valorilor de mai jos (tab. 2).

Tabelul 2

INGO — Tip	„Ex" med. (m/l)	„B" med. AP	AS [m/l]
3,2	350	2×250	500
3,6	350,	2×250	500
4,6	300	2×200	—
5,5	250	2×200	—
6,5	200	2×200	—

La eșalonarea folosirii mașinilor de forat, s-a avut în vedere atacarea cu prioritate a acelor lucrări care asigură obținerea în timp minim, a maximului de energie și putere, dat de schemele de amenajare examinate. De asemenea, s-a programat săparea cu mașini INGO numai a acelor galerii sau zone de galerii, care oferă condiții favorabile din punct de vedere geotehnic pentru această tehnologie. Tronsoanele de galerii scurte și unele zone de suprafață, cu acoperiri mici se pot executa în avans cu metode clasice.

La fiecare intrare a mașinii într-un nou front de lucru, s-a rezervat o perioadă de șase luni pentru montaj, probe și intrare în ritm normal de lucru. La terminarea excavării unui front de lucru, mașina este dirijată spre un nou tronson de galerie, conform unei ordini prioritare. În acest fel o mașină execută mai multe galerii sau tronsoane de galerii, însumînd pe perioada examinată o lungime excavată de 15.000—30.000 ml, în funcție de momentul apariției ei din fabricație și de tronsoanele rămase de executat, în cadrul amenajărilor.

Se subliniază faptul că după circa 20.000 ml excavați, o mașină poate fi considerată recuperată valoric, integral.

Betonarea galeriilor se acceptă în principiu să fie realizată — cu excepția radierului — după străpungerea tronsoanelor, pentru galerii mici, și concomitent cu excavarea, pentru galeriile cu $D_{ex} \geqslant 4{,}6$ m.

Radierele se protejează la toate diametrele excavate cu elemente prefabricate, montate imediat în spatele capului tăietor al mașinii.

În perioadele de betonare, s-au inclus atît timpii necesari efectuării injecțiilor de umplere, consolidare, precomprinare, cît și timpul necesar pentru operațiile de finisaj, curățire, demontare instalații auxiliare etc. Din examinarea punerilor în funcțiune, în ipoteza clasică și execuție prin foraj (var. 1), rezultă ritmurile anuale însumate din tabelul 3.

Examinarea rezultatelor redate în tabelul 3 pune în evidență devansări de puteri date în funcțiune, în ipoteza INGO față de clasic, consecință directă a scurtării duratelor de execuție a galeriilor. Puterile suplimentare puse la dispoziția sistemului energetic național cresc rapid, pînă la o valoare medie de 300 MW, care se menține practic constantă pe o primă perioadă de 10 ani, pantru ca din 1999 și pînă în anul 2010 valoarea puterii suplimentare să ajungă la 600 MW. Limitele de timp de mai sus marchează duratele de execuție a amenajărilor examinate, în cele două ipoteze de bază :

1990 — pentru tehnologia INGO ;
2010 — pentru tehnologia clasică.

Ca o consecință directă a scurtării duratelor de execuție a galeriilor, marcate prin punerile în funcțiune în avans, se obțin substanțiale cantități de energie livrate sistemului național.

Determinarea cantităților de energie s-a obținut prin analizarea fiecărei amenajări în parte, în sensul punerii în evidență a momentului cît mai exact al folosirii stocurilor asigurate, atît de firul principal al amenajărilor. cît și de acela al rețelelor de aducțiuni secundare. În acest fel, a fost posibil să se determine o valoare a energiei livrate sistemului, în strictă conformitate cu posibilitățile reale de folosire a stocurilor, evitîndu-se calea mai comodă de a afecta un număr mediu de ore de funcționare a puterilor puse în funcțiune, care ar fi determinat evident cantități mai mari de energie.

Tabelul 3

ANUL	CLASIC [MW]	INGO [MW]	DEVANSĂRI PUTERI [MW]
1975	—	369	369
6	349	390	41
7	349	570	221
8	349	645	296
9	570	951	381
1990	790	1096	306
1	907	1134	227
2	907	1254	347
3	1123	1451	328
4	1161	1451	290
5	1281	1479	198
6	1309	1479	170
7	1309	1479	170
8	1479	1779	300
9	1479	2079	600
2000	1479	2079	600
2010	2079	2079	0

Variația energiilor livrate în sistemul energetic urmărește în general valorile similare date de puterile puse în funcțiune în cele două variante. În tabelul 4 sînt redate valorile de calcul.

Tabelul 4

ANUL	E_c	E_I	ΣE_c	ΣE_I	ΔE
1985	—	—	—	—	—
1986	190	190	407	407	217
1987	380	570	571	978	408
1988	380	950	842	1820	870
1989	446	1396	1279	3099	1703
1990	148	2144	1668	4767	2623
1991	1082	3226	1901	6668	3442
1992	1203	4429	2164	8832	4403
1993	1443	5872	2478	11310	5438
1994	1641	7513	3181	14491	6978
1995	1838	9351	3204	17695	8344
1996	2080	11431	3264	20959	9528
1997	2453	13884	3264	24223	10339
1998	2359	16423	3648	27871	11448
1999	2939	19362	3777	31648	12286
2000	3027	22389	3777	35425	13036
2001	3114	25503	3777	39202	13699
2002	3264	28767	3777	42979	14212
2003	3264	32031	3777	46756	14725
2004	3264	35295	3777	50533	15238
2005	3264	38559	3777	54310	15751
2006	3264	41823	3777	58087	16264
2007	3264	45087	3777	61864	16777
2008	3264	48351	3777	65641	17290
2009	3264	51615	3777	69418	17803
2010	3395	55010	3777	73195	18185

Din examinarea rezultatelor obținute, se remarcă obținerea unor cantități suplimentare de energie, livrate anual în sistem prin punerile în avans în funcțiune, datorită aplicării tehnologiei de forat la secțiune plină, cu mașini INGO. Astfel, se pot remarca diferențele valorice existente atît între coloanele E_c și E_I, care pun în evidență capacitățile de livrare în sisteme, în funcție de ritmurile de puneri în funcțiune, cît și între energiile totale potențiale de livrare ale centralelor intrate în funcțiune în cele două ipoteze, valori date de coloanele ΣE_c și ΣE_I. Coloana ΔE pune în evidență energia suplimentară totală livrată, pînă în anul respectiv, sistemului.

Se subliniază, ca efect cu totul remarcabil, cantitatea suplimentară de energie însumată pînă în anul 2010, care ajunge la valoarea de 18.185 GWh, echivalentă cu o putere medie suplimentară pe întreaga perioadă de 26 ani în valoare de 350 MW (la 2000 ore funcționare/an).

În ceea ce privește caracteristicile tehnico-constructive ale instalațiilor de foraj galerii orizontale, tip INGO, prezentăm în continuare principalele caracteristici tehnice ale subansamblelor componente (reprezentate în fig. 1), pe tipo-dimensiuni de instalații INGO, în comparație cu instalațiile din S.U.A. și R.F.G. (tab. 5, 6, 7, 8, 9).

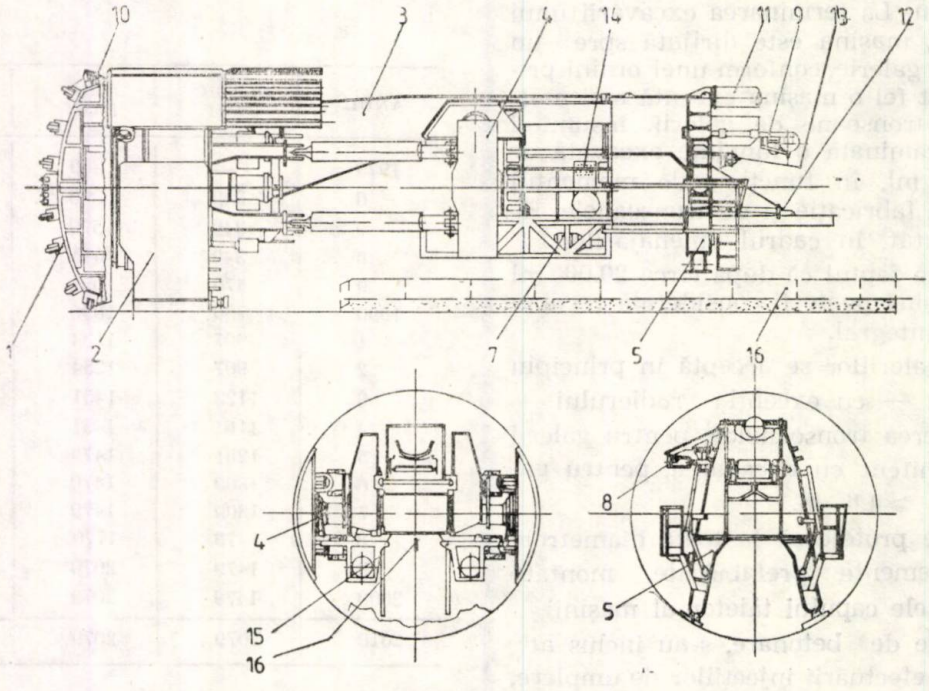


Fig. 1 Instalație de forat galerii orizontale în secțiune plină.

1. — cap tăietor ; 2. — batiu ; 3. — grindă principală ; 4. — griper ; 5. sprijin posterior ; 6. — grindă de serviciu ; 7. — electropalan 5 t ; 8. — instal. orientare laser ; 9. — transportor cu bandă ; 10. — instalație de umezire ; 11. — instal. de desprăfuire ; 12. tractare evacuare detritus ; 13. — troliu de plasare verticală ; 14. coloană comandă ; 15. instalație hidraulică ; 16. — consolidare galerie.

După cum se observă din cele de mai sus, performanțele tehnico-constructive ale instalațiilor românești sînt perfect comparabile cu acelea ale instalațiilor produse de cele mai reputate firme din S.U.A. și R.F.G.

În plus, instalațiile românești și străine analizate au același sistem de direcționare în subteran (cu laser He-Ne), același sistem de consolidare a galeriei săpate (cu radier din beton armat, cintre metalice și ancore cu sîrmă în

Caracteristici tehnice generale

Tabelul 5

CARACT. TEHNICE \ TIPUL INST. TARA	∅ 3,2 m.		∅ 4,6 m.			∅ 7 m.		
	INGO—32 R.S.R.	ROBBINS S.U.A.	INGO—46 R.S.R.	ROBBINS S.U.A.	R.F.G. DEMAG	INGO—70 R.S.R.	ROBBINS S.U.A.	WEISS R.F.G.
Diametrul de săpare [m]	3,2	3,2	4,6	4,6	4,8	7	6,5	6,5
Turația capului tăietor [r/min]	9	9	6	5,5	5,5	4	4	4
Moment de torsiune maxim [daNm]	40.000	40.000	100.000	70.000-100.000	100.000	190.000	200.000	180.000
Apăsare max. pe capul tăietor [t]	360	370	600	500-700	600	1.000	800-1.000	800-1.000
Putere totală instalată [CP]	600	600	1.000	1.000	1.000	1.600	1.600	1.500
Cursa [mm]	1.200	1.250	1.500	1.500	1.400	2.000	2.000	2.000

Capul tăietor

Tabelul 6

CARACT. TEHNICE \ TIPUL INST. TARA	∅ 3,2 m.		∅ 4,6 m.			∅ 7 m.		
	INGO—32 R.S.R.	ROBBINS S.U.A.	INGO—46 R.S.R.	ROBBINS S.U.A.	DEMAG R.F.G.	INGO—70 R.S.R.	ROBBINS S.U.A.	WEISS R.F.G.
Numărul de role	25	25	36	36	—	54	—	—
Apăsare specifică pe cap [to/l in]	3	3	2,76	2,8	—	3,65	—	—
Apăsare specifică pe rolă [tone]	14,5	14,8	13,8	13,8	—	20	—	—
Tipul formației [daN/cm²]	1.500-1.800	1.500-1.800	1.500-1.800	1.200-1.600	—	1.500-1.800	—	—

Modulul principal de foraj

Tabelul 7

CARACT. TEHNICE \ TIPUL INST. TARA	∅ 3,2 m.		∅ 4,6 m.			∅ 7 m.		
	INGO—32 R.S.R.	ROBBINS S.U.A.	INGO—46 R.S.R.	ROBBINS S.U.A.	DEMAG. R.F.G.	INGO—70 R.S.R.	ROBBINS S.U.A.	WEISS R.F.G.
Capacit. dinamică a rulmentului (tone)	640	—	2.000	—	—	8.000	—	—
Motorul de acționare (tip/nr.)	electric 4	electric 4	electric 4	electric 4	electric 4	electric —	electric —	electric —
Puterea/turație la motorul de acționare (Kw/rot/min)	100 1.500	100 1.500	160 750	—	—	250 600	—	—
Reductorul de turație (tip rap. transmis.)	planetar 166	planetar 166	planetar 125	—	—	planetar 150	—	—

tavan), același sistem de răcire cu apă a rolelor capului tăietor și același sistem de epuisment.

Desprăfuirea se realizează cu exhaustoare pneumatice în circuit, pe care se montează și separatoare hidraulice.

Sistem de evacuare detritus

Tabelul 8

CARACT. TEHNICE \ TIPUL INST. TARA	∅ 3,2 m.		∅ 4,6 m.			∅ 7 m.		
	INGO—32 R.S.R.	ROBBINS S.U.A.	INGO—46 R.S.R.	ROBBINS S.U.A.	DEMAG. R.F.G.	INGO—70 R.S.R.	ROBBINS S.U.A.	WEISS R.F.G.
Tipul	Bandă	Bandă	Bandă	Bandă	Bandă	Bandă	Bandă	Aer-lift
Lățime bandă [mm]	400	400	500	600	—	800	—	—
Viteză bandă [m/s]	1,8	1,8	1,8	1,6	—	1,6	—	—

Instalația hidrostatică

Tabelul 9

CARACT. TEHNICE \ TIPUL INST. TARA	∅ 3,2 m.		∅ 4,6 m.			∅ 7 m.		
	INGO—32 R.S.R.	ROBBINS S.U.A.	INGO—46 R.S.R.	ROBBINS S.U.A.	DEMAG. R.F.G.	INGO—70 R.S.R.	ROBBINS S.U.A.	WEISS R.F.G.
Presiunea de lucru [daN/cm²]	180	280	180	280	250	180	280	250
Cilindru de propulsie [mm]	2×∅600 ×∅495× 2250	—	4×∅600 ×∅495× 2250	—	—	4×∅600 ×∅495× 2250	—	—
Cilindru de gripare [mm]	2×∅600 ×∅495× 300	—	4×∅500 ×∅300× 600	—	—	4×∅600 ×∅495× 600	—	—

Sistemul de comenzi se face în dublu circuit, de tip hidrohidraulic, transportul detritusului în galerie, în spatele instalației, se realizează cu vagoneți și locomotive electrice, iar

Instalațiile românești se execută în protecție normală, iar în viitor se vor construi în protecție antigrizutoasă.

Se preconizează, în viitorul apropiat, crearea de disponibilități pentru export.

CZ : 675.5.622.323

Contribuții teoretice și experimentale privind pierderile hidraulice în convertizoarele hidraulice de cuplu, cu o treaptă, destinate instalațiilor de foraj

Dr. ing. Nicolae **PELIGRAD** — I.P.C.U.P. Ploiești

Generalități

Convertizoarele hidraulice de cuplu, cu o treaptă, realizate în România pentru instalațiile de foraj, au circuitele hidraulice conform schemei din figura 1, cu turbină centripetală și aparat director fix. Pentru obținerea unor caracteristici energetice de maximă performanță, este necesar un studiu teoretic și experimental al pierderilor hidraulice, pentru întregul domeniu de tracțiune, de la frînarea completă a

arborelui de ieșire ($n_2 = 0$), pînă la mersul în gol al convertizorului ($M_2 = 0$).

În vederea determinării pierderilor hidraulice din circuitul convertizoarelor, se prezintă o metodă indirectă, avînd la bază caracteristicile energetice ale convertizoarelor, măsurate pe standuri de probă și elementele geometrice ale circuitului hidraulic.

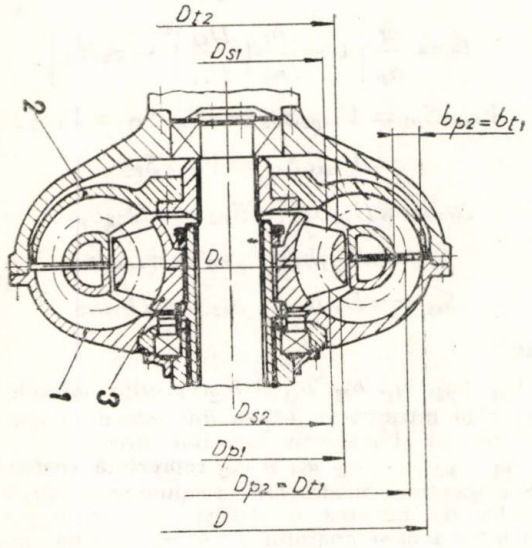


Fig. 1 Circuitul hidraulic al unui convertizor hidraulic cu o treaptă.
1. — rotorul pompă ; 2. — rotorul turbină ; 3. — aparatul director.

Între puterea teoretică a rotorului-pompă, a rotorului-turbină și puterea pierdută pentru învingerea rezistențelor la circulația fluidului de lucru în circuitul convertizorului se poate scrie relația :

$$P_{thp} - P_{tht} - \Sigma P_{pr} = 0$$

$$\gamma Q_p H_{thp} - \gamma Q_t H_{tht} - \gamma Q \Sigma_h = 0$$

Considerînd că debitul $Q_p = Q_t = Q$, adică randamentul volumetric $\eta_{vol} = 1{,}0$, rezultă relația :

$$H_{thp} - H_{tht} - \Sigma_h = 0, \qquad (1)$$

unde :

H_{thp} — sarcina teoretică a rotorului pompă ;
H_{tht} — sarcina teoretică a rotorului turbină ;
Σ_h — pierderile de sarcină din circuitul hidraulic al convertizorului.

Admițînd că pierderile de sarcină se datorează numai pierderilor hidraulice prin frecare și pierderilor hidraulice prin șoc la intrarea în paletaje, se poate scrie relația :

$$\Sigma_h = \Sigma_{h\,soc} + \Sigma_{h\,fr} \qquad (2)$$

Toate acestea sînt caracteristici energetice interioare, ele neputîndu-se măsura direct la standurile de probă deoarece nu conțin pierderile mecanice și de disc ; se pot însă determina prin calculul hidraulic al convertizorului, sau se pot deduce, prin intermediul randamentelor mecanice, din caracteristicile energetice exterioare.

Sarcinile teoretice ale rotorului-pompă și rotorului-turbină.

În conformitate cu relațiile fundamentale ale mașinilor hidrodinamice, în cazul convertizoarelor hidraulice de cuplu, se pot scrie următoarele relații pentru sarcinile teoretice ale rotorului pompă și turbină :

$$H_{thp\infty} = \frac{1}{g}(U_{p2} V'_{up2} - U_{p1} V_{up1}) \qquad (3)$$

$$H_{thp} = \frac{\mu}{g}(U_{p2} \cdot V_{up2} - U_{p1} V_{up1}) \qquad (4)$$

unde $\mu = H_{thp}/H_{thp\infty}$ este coeficientul de reducere a sarcinii rotorului-pompă datorită numărului finit de palete și a unghiului paletelor de la ieșirea din rotorul-pompă.

$$H_{tht} = \frac{1}{g}(U_{t1} V_{ut1} - U_{t2} V_{ut2}) \qquad (5)$$

Avînd în vedere notațiile utilizate pentru triunghiurile de viteză, de la intrarea și ieșirea din paletaje, indicate în figurile 2a, b, c, d, e

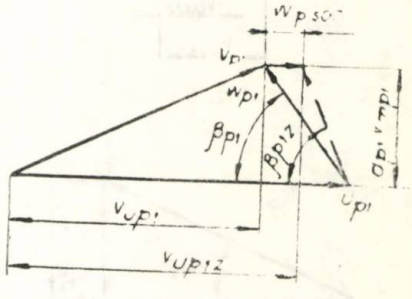


Fig. 2 *a*

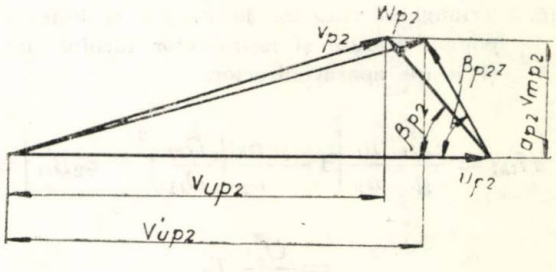


Fig. 2 *b*

și f, sarcinile teoretice ale rotorului-pompă și rotorului-turbină mai pot fi exprimate și sub forma :

$$H_{thp} = \frac{U_{p2}^2}{g}\left[1 - \varphi_2 B'_{p1}\right] = \frac{U_{p2}^2}{g} T_1 \qquad (6)$$

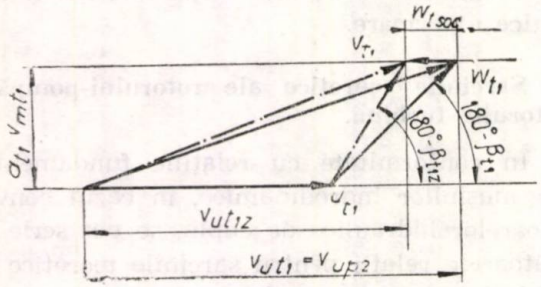


Fig. 2*c*

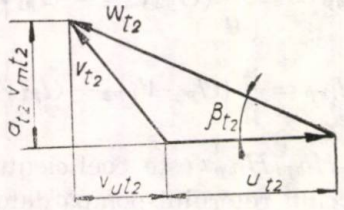


Fig. 2 *d*

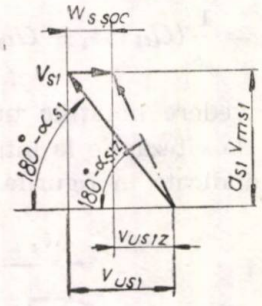


Fig. 2 *e*

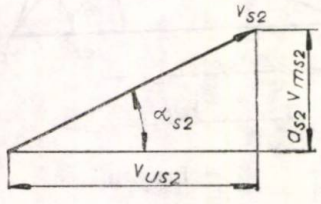


Fig. 2 *f*

Fig. 2 Triunghiul vitezelor la intrare și ieșire rotor pompă, intrare și ieșire rotor turbină, intrare și ieșire aparat director.

$$H_{tht} = \frac{U_{p2}^2}{g}\frac{n_t}{n_p}\left[1 - \frac{n_t}{n_p}\left(\frac{D_{t2}}{D_{t1}}\right)^2 - \varphi_2 B'_{t1}\right] =$$

$$= \frac{U_{p2}^2}{g} T_2 \qquad (7)$$

$$B'_{p1} = a_{p2}\operatorname{ctg}\beta_{p2} + \frac{S_{p2}}{S_{s2}}\frac{D_{s2}}{D_{p2}} a_{s2}\operatorname{ctg}\alpha_{s2};$$

$$\varphi_2 = \frac{V_{mp2}}{U_{p2}}$$

$$B'_{t1} = a_{p2}\operatorname{ctg}\beta_{p2} - \frac{S_{p2}}{S_{t2}}\frac{D_{t2}}{D_{t1}} a_{t2}\operatorname{ctg}\beta_{t2}$$

$$T_1 = 1 - \varphi_2 B'_{p1};$$

$$T_2 = \frac{n_t}{n_p}\left[1 - \frac{n_t}{n_p}\left(\frac{D_{t2}}{D_{t1}}\right)^2 - \varphi_2 B'_{t1}\right]$$

$$Q = V_{mp1} S_{p1} = V_{mp2} S_{p2} = V_{mt1} S_{t1} = V_{mt2} S_{t2} =$$

$$= V_{ms1} S_{s1} = V_{ms2} S_{s2}$$

$$S_{p1} = \pi D_{p1} b_{p1}; \quad S_{p2} = \pi D_{p2} b_{p2};$$

$$S_{t1} = \pi D_{t1} b_{t1}; \quad S_{t2} = \pi D_{t2} b_{t2}$$

$$S_{s1} = \pi D_{s1} b_{s1}; \quad S_{s2} = \pi D_{s2} b_{s2},$$

unde

b_{p1}, b_{p2}, b_{t1}, b_{t2}, b_{s1} și b_{s2} reprezintă lățimile secțiunilor la intrarea și ieșirea din rotorul-pompă, rotorul-turbină și respectiv aparatul director ;

a_{p1}, a_{p2}, a_{t1}, a_{t2}, a_{s1} și a_{s2} reprezintă coeficienții care evidențiază modificarea secțiunilor, respectiv a vitezelor, la intrarea și ieșirea din rotorul-pompă, rotorul-turbină și aparatul director, datorită prezenței paletelor.

Momentele teoretice ale rotorului-pompă și rotorului-turbină

Se pot defini prin relațiile :

$$M_{thp} = \frac{\gamma Q H_{thp}}{\omega_p} = \frac{\gamma \pi b_{p2}^2 D_{p2}^2}{2} \varphi_2 H_{thp}$$

$$M_{thp} = A'_{p1}\varphi_2\left(1 - \varphi_2 B'_{p1}\right) \qquad (8)$$

$$A'_{p1} = \frac{\gamma \pi^3 \dfrac{b_{p2}}{D_{p2}}}{7200 g} \cdot n_p^2 D_{p2}^5$$

$$M_{tht} = \frac{\gamma Q H_{tht}}{\omega_t} = \frac{\gamma \pi b_{p2} D_{p2}^2}{2\dfrac{n_t}{n_p}} \varphi_2 H_{tht}$$

$$M_{tht} = A'_{p1}\varphi_2\left[1 - \frac{n_t}{n_p}\left(\frac{Dt_2}{D_{t1}}\right)^2 - \varphi_2 B'_{t1}\right] \qquad (9)$$

Pierderile hidraulice prin șoc la intrarea în paletaje

Pentru circuitul hidraulic al unui convertizor cu o treaptă, pierderile prin șoc se pot defini după cum urmează :

$$\Sigma_{h\,\text{șoc}} = h_{p\,\text{șoc}} + h_{t\,\text{șoc}} + h_{s\,\text{șoc}} =$$

$$= \frac{\varphi_{\text{șoc}}}{2g}\left(W_{p\,\text{șoc}}^2 + W_{t\,\text{șoc}}^2 + W_{s\,\text{șoc}}^2\right),$$

unde

$h_{p\,soc}$, $h_{t\,soc}$ și $h_{s\,soc}$ reprezintă piederile prin șoc la intrarea în rotorul-pompă, rotorul-turbină, respectiv aparatul director.

Ținînd seama de notațiile din figurile 2, rezultă :

$$h_{p\,soc} = \frac{\varphi_{soc}}{2g} U_{p2}^2 \left(\frac{D_{p1}}{D_{p2}} - B_{p4}\varphi_2 \right)^2 = \frac{\varphi_{soc}}{2g} U_{p2}^2 C_p$$

$$h_{t\,soc} = \frac{\varphi_{soc}}{2g} U_{p2}^2 \left(1 - \frac{n_t}{n_p} - B_{t4}\varphi_2 \right)^2 = \frac{\varphi_{soc}}{2g} U_{p2}^2 C_t$$

$$h_{s\,soc} = \frac{\varphi_{soc}}{2g} U_{p2}^2 \left(B_{s4}\varphi_2 - \frac{D_{t2}}{D_{t1}} \frac{D_{t2}}{D_{s2}} \frac{n_t}{n_p} \right) =$$

$$= \frac{\varphi_{soc}}{2g} U_{p2}^2 C_s$$

$$B_{p4} = \frac{S_{p2}}{S_{p1}} a_{p1} \operatorname{ctg} \beta_{p1z} + \frac{S_{p2}}{S_{s2}} \frac{D_{s2}}{D_{p1}} a_{s2} \operatorname{ctg} \alpha_{s2} ;$$

$$B_{t4} = a_{p2} \operatorname{ctg} \beta_{p2} + \frac{S_{p2}}{S_{t1}} a_{t1} \operatorname{ctg}(180^\circ - \beta_{t1z}) ;$$

$$B_{s4} = \frac{S_{p2}}{S_{t2}} \frac{D_{t2}}{D_{s1}} a_{t2} \operatorname{ctg} \beta_{t2} -$$

$$- \frac{S_{p2}}{S_{s1}} a_{s1} \operatorname{ctg}(180^\circ - \alpha_{s1z})$$

$$\Sigma_{h\,soc} = \frac{\varphi_{soc}}{2g} U_{p2}^2 \left[\left(\frac{D_{p1}}{D_{p2}} - B_{p4}\varphi_2 \right)^2 + \right.$$

$$+ \left(1 - \frac{n_t}{n_p} - B_{t4}\varphi_2 \right)^2 +$$

$$\left. + \left(B_{s4}\varphi_2 - \frac{D_{t2}}{D_{t1}} \frac{D_{t2}}{D_{s2}} \frac{n_t}{n_p} \right)^2 \right] \qquad (10)$$

(11)

$$\Sigma h_{soc} = \frac{\varphi_{soc}}{2g} U_{p2}^2 (C_p + C_t + C_s) = \frac{\varphi_{soc}}{2g} U_{p2}^2 T_3$$

$$T_3 = C_p + C_t + C_s$$

Pierderile hidraulice prin frecare

În cazul convertizoarelor hidraulice de cuplu, cu o treaptă, acestea pot fi exprimate prin relația :

(12)

$$\Sigma_{hfr} = \frac{\xi_{med}}{2g} \left(W_{p\,med}^2 + W_{t\,med}^2 + W_{s\,med}^2 \right)$$

unde :

$\xi_{med} = \sqrt{\frac{\xi_p^2 + \xi_t^2 + \xi_s^2}{3}}$ este coeficientul global mediu al pierderilor hidraulice prin frecare al circuitului hidraulic al convertizorului ;

ξ_p, ξ_t și ξ_s sînt coeficienții globali ai pierderilor hidraulice prin frecare din rotorul pompă, rotorul turbină și aparatul director.

$$\xi_{med} = \lambda'_{med} \tau_{med},$$

unde

λ'_{med} — coeficientul mediu al pierderilor hidraulice prin frecare longitudinală, în circuitul convertizorului hidraulic.

$$\tau_{med} = \sqrt{\frac{\tau_p^2 + \tau_t^2 + \tau_s^2}{3}}$$

$$\tau_p = \frac{L_{ep}}{4R_{hp}} ; \quad \tau_t = \frac{L_{et}}{4R_{ht}} ; \quad \tau_s = \frac{L_{es}}{4R_{hs}} ,$$

unde :

L_{ep}, L_{et}, L_{es} — lungimile echivalente ale canalelor din rotorul pompă, rotorul turbină și aparatul director ;

R_{hp}, R_{ht}, R_{hs} — razele hidraulice ale canalelor interpaletaj din rotorul-pompă, rotorul-turbină și aparatul director.

Razele hidraulice corespunzătoare canalelor interpaletaj se pot defini ;

$$R_{hp} = \frac{S_{p\,med}}{p_{p\,med}} ; \quad R_{ht} = \frac{S_{t\,med}}{p_{t\,med}} ; \quad R_{hs} = \frac{S_{s\,med}}{p_{s\,med}} ,$$

$S_{p\,med}$, $S_{t\,med}$, $S_{s\,med}$ — suprafața medie a secțiunii transversale a canalelor interpaletaj ;

$p_{p\,med}$, $p_{t\,med}$, $p_{s\,med}$ — perimetrul mediu udat a secțiunilor transversale.

$$S_{p\,med} = \frac{Q}{W_{p\,med} \cdot Z_p} ; \quad S_{t\,med} = \frac{Q}{W_{t\,med} \cdot Z_t} ;$$

$$S_{s\,med} = \frac{Q}{W_{s\,med} \cdot Z_s}$$

$$p_{p\,med} = \frac{2S_{p\,med}}{b_{p\,med}} + 2b_{p\,med} ;$$

$$p_{t\,med} = \frac{2S_{tz\,med}}{b_{t\,med}} + 2b_{t\,med}$$

$$p_{s\,med} = \frac{2S_{s\,med}}{b_{s\,med}} + 2b_{s\,med} ;$$

$$b_{p\,med} = \sqrt{\frac{b_{p1}^2 + b_{p2}^2}{2}} ; \quad b_{t\,med} = \sqrt{\frac{b_{t1}^2 + b_{s2}^2}{2}} ;$$

$$b_{s\,med} = \sqrt{\frac{b_{s1}^2 + b_{s2}^2}{2}}$$

Dacă în relația (12) se înlocuiesc vitezele relative prin intermediul vitezelor meridionale se obține expresia :

$$\Sigma_{hfr} = \frac{\xi_{med} E}{4g} V_{mp2}^2 = \frac{\xi_{med}}{4g} U_{p2}^2 E \varphi_2^2 \qquad (13)$$

$$E=\frac{a'^2_{p1}}{\sin^2\beta_{p1z}}\left(\frac{S_{p2}}{S_{p1}}\right)^2+\frac{a^2_{p2}}{\sin^2\beta_{p2}}+$$

$$+\frac{a^2_{t1}}{\sin^2(180^\circ-\beta_{t1z})}\left(\frac{S_{p2}}{S_{t1}}\right)^2+\frac{a^2_{t2}}{\sin^2\beta_{t2}}\left(\frac{S_{p2}}{S_{t2}}\right)^2+$$

$$+\frac{a^2_{s}}{\sin^2(180-\alpha_{s1z})}\left(\frac{S_{p2}}{S_{s1}}\right)^2+\frac{a^2_{s2}}{\sin^2\alpha_{s2}}\left(\frac{S_{p2}}{S_{s1}}\right)^2$$

Introducînd relațiile (6), (7), (10) și (13) în expresia (1) rezultă :

$$\left(1-B'_{p1}\varphi_2\right)-\frac{n_t}{n_p}\left[1-\frac{n_t}{n_p}\left(\frac{D_{t2}}{D_{t1}}\right)^2-B'_{t1}\varphi_2\right]-$$

$$-\frac{\xi_{med}E\varphi_2^2}{4}-\frac{\varphi_{soc}}{2}\left[\left(\frac{D_{p1}}{D_{p2}}-B_{p4}\varphi_2\right)^2+\right.$$

$$+\left(1-\frac{n_t}{n_p}-B_{t4}\varphi^2\right)^2+$$

$$\left.+\left(B_{s4}\varphi_2-\frac{D_{t2}}{D_{t1}}\frac{D_{t2}}{D_{s2}}\frac{n_t}{n_p}\right)^2\right]=0 \qquad (14)$$

$$T_1-T_2-\frac{\xi_{med}E\varphi_2^2}{4}-\frac{\varphi_{soc}}{2}T_3=0 \qquad (15)$$

$$\xi_{med}=\frac{4\left(T_1-T_2-\frac{\varphi_{soc}}{2}T_3\right)}{E\varphi_2^2} \qquad (16)$$

Din relația (16) rezultă că se poate calcula coeficientul global mediu al pierderilor hidraulice prin frecare ξ_{med}, cunoscîndu-se coeficientul de debit φ_2 pentru diferite regimuri de lucru și geometria circuitului hidraulic, exprimată prin intermediul coeficienților T_1, T_2, T_3 și E.

Coeficienții de debit φ_2 pentru diferite regimuri de lucru pot fi calculați din caracteristicile energetice exterioare ale convertizoarelor măsurate la standurile de probă :

M_1 și n_1 — momentul și turația la intrarea în convertizor ;

M_2 și n_2 — momentul și turația la ieșirea din convertizor :

$\eta=\frac{M_2}{M_1}\cdot\frac{n_2}{n_1}$ — radamentul convertizorului.

Se cunoaște faptul că la un convertizor hidraulic se pot scrie următoarele relații între caracteristicile energetice exterioare și caracteristicile energetice interioare :

$$M_{thp}=M_1\cdot\eta_{mp} \qquad (17)$$

$$\eta_h\eta_v=\frac{\eta}{\eta_m} \qquad (18)$$

$$M_{tht}=\frac{M_{thp}\cdot\eta_h\eta_v}{\frac{n_t}{n_p}} \qquad (19)$$

unde :

η_h — randamentul hidraulic ;

η_v — randamentul volumetric ;

η_{mp} — randamentul mecanic a părții primare a convertizorului ;

η_m — randamentul mecanic al convertizorului.

Cu ajutorul relațiilor (17) și (19) se pot calcula momentele teoretice ale rotorului pompă M_{thp} și rotorului turbină M_{tht}. Cunoscînd valorile M_{thp} și M_{tht}, pentru diferite regimuri de lucru și geometria circuitului hidraulic, se poate calcula coeficientul de debit φ_2 pentru diferite regimuri de lucru, din relația :

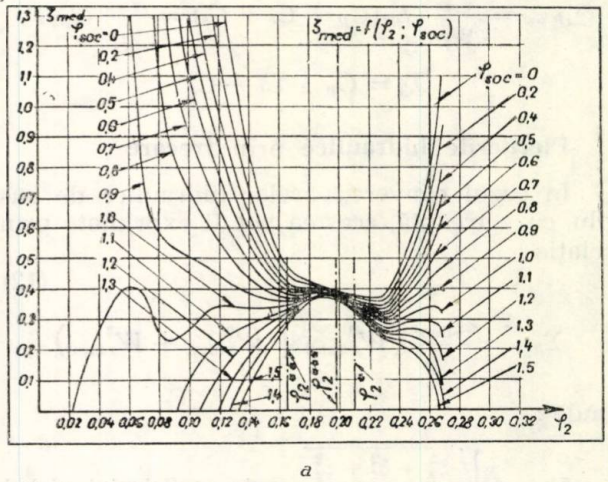
$$A'_{p1}\left(\frac{S_{p2}}{S_{t2}}\frac{D_{t2}}{D_{t1}}a_{t2}\operatorname{ctg}\beta_{t2}+\right.$$

$$\left.+\frac{S_{p2}}{S_{s2}}\frac{D_{s2}}{D_{p2}}a_{s2}\operatorname{ctg}\alpha_{s2}\right)\varphi_2^2-A'_{p1}\frac{n_t}{n_p}\left(\frac{D_{t2}}{D_{t1}}\right)^2\varphi_2-$$

$$-(M_{tht}-M_{thp})=0 \qquad (20)$$

Avînd coeficienții de debit φ_2 pentru diferite regimuri de lucru, calculați din caracteristicile energetice măsurate la standurile de probă, cu ajutorul relației (16) se pot calcula coeficienții globali medii, ξ_{med}, ai pierderilor hidraulice prin frecare, pentru diferite regimuri de lucru, admițînd diferite valori pentru coeficientul φ_{soc}.

Aplicînd metodologia din prezenta lucrare convertizorului cu o treaptă CHC-850 1480 CP, la 1100 rot/min), proiectat de Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Utilaj Petrolier (I.P.C.U.P.), realizat și probat pe standul de la Intreprinderea „Hidromecanica" — Brașov, cu ajutorul unui calculator electronic au fost calculați coeficienții ξ_{med} pentru valori ale coeficientului de șoc (φ_{soc}) cuprinse între zero și 1,5. Variațiile coeficientului $\xi_{med}=f(\varphi_2)$ pentru diferite valori ale



a

Fig. 3 Coeficientul global mediu al pierderilor hidraulice prin frecare $\xi_{med}=f(\varphi_2\,;\,\varphi_{soc})$, pentru convertizorul cu o treaptă CHC-850.

coeficientului de șoc (φ_{soc}) sînt reprezentate în diagramele din figurile 3a și 3b. Se precizează că valoarea coeficientului de debit φ_2 este minimă pentru mersul în gol (ambalarea convertizorului) și apoi crește mereu, fiind maximă la blocajul convertizorului ($n_t/n_p = 0$).

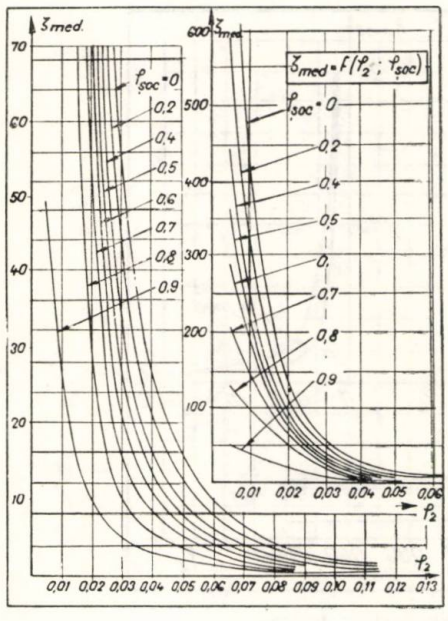


Fig. 3 *b*

Se constată că în zona intrărilor fără șoc, cuprinsă între $\varphi_2 = 0{,}165$ și 0,21, coeficientul ξ_{med}, variază foarte puțin pentru întreaga gamă de valori ale coeficientului de șoc, rezultînd că pentru această zonă se poate considera $\varphi_{soc} = 1{,}0$. Pentru regimurile de lucru, cuprinse între zona intrărilor fără șoc și blocarea convertizorului, se constată că valorile limită ale coeficientului de șoc pot fi cuprinse între 1 și 1,3.

Pentru valori ale coficientului $\varphi_{oc} > 1{,}3$, coeficientul ξ_{med}, devine negativ, deci asemenea valori nu pot fi luate în considerare.

În cazul regimurilor de lucru cuprinse între zona intrărilor fără șoc și mersul în gol (ambalarea convertizorului), rezultă că coeficientul $\varphi_{soc} < 1{,}0$, deoarece pentru valori mai mari coeficientul ξ_{med} devine negativ, adică aceste valori nu pot fi luate în considerare. Prin efectuarea unor asemenea calcule pentru mai multe convertizoare hidraulice cu o treaptă, rezultă că pentru coecifienții φ_{soc} se pot lua pentru calcule următoarele valori :

$\varphi_{soc} = 1{,}0$, pentru regimurile de lucru corespunzătoare intrărilor fără șoc ;

$\varphi_{soc} = 1{,}1 \div 1{,}2$, pentru regimurile de lucru cuprinse între zona intrărilor fără șoc și blocarea convertizorului ($n_t = 0$).

$\varphi_{soc} = 0{,}8 \div 0{,}9$ pentru regimurile de lucru între zona intrărilor fără șoc și mersul în gol al convertizorului ($M_2 = 0$).

În figura 3a intrarea fără șoc în rotorul-pompă este marcată prin φ_2^*, intrarea fără șoc în rotorul turbină prin φ_2^{**}, iar intrarea în aparatul director prin φ_2^{***}.

Toate constatările făcute în legătură cu valorile coeficientului φ_{soc} se pot ilustra și în diagramele din figura 4. Blocajul convertizorului este marcat prin raportul $n_t/n_p = 0$, mersul în gol (ambalarea) prin raportul $n_t/n_p = 1{,}02$, iar zona intrărilor fără șoc prin rapoartele $n_t/n_p = 0{,}5 \div 0{,}7$.

Avînd la bază considerentele privind valorile coeficenților φ_{soc}, în figura 5 sînt prezentate diagrame pentru coeficienții $\xi_{med} = f(\varphi_2)$ și $\lambda'_{med} = f(\varphi_2)$, care pot fi utilizați pentru calculul hidraulic al convertizoarelor hidraulice de cuplu cu o treaptă.

Dacă se aplică valorile coeficienților $\xi_{mep} = f(\varphi_2)$ (fig. 5) și valorile corespunzătoare pentru coeficientul φ_{soc} indicate anterior, la calculul hidraulic al convertizorului cu o treaptă CHC-1-750 A realizat în România, pentru instalații de foraj cu acționare diesel-hidraulică, se obțin valorile caracteristicilor energetice interioare indicate în diagramele din figura 6. Pentru calculul caracteristicilor energetice interioare s-a utilizat relația (14), în care s-au introdus diferite valori pentru coeficientul φ_2, valorile corespunzătoare pentru coeficientul $\xi_{med} = f(\varphi_2)$ din figura 5 și valorile indicate anterior pentru coeficientul φ_{soc}. În acest mod din relația (14) rezultă rapoartele n_t/n_p corespunzătoare coeficienților φ_2, ξ_{med} și φ_{soc}.

Valorile atribuite coeficientului φ_2 sînt cuprinse între zero și valoarea φ_2^0, pentru care raportul $n_t/n_p = 0$.

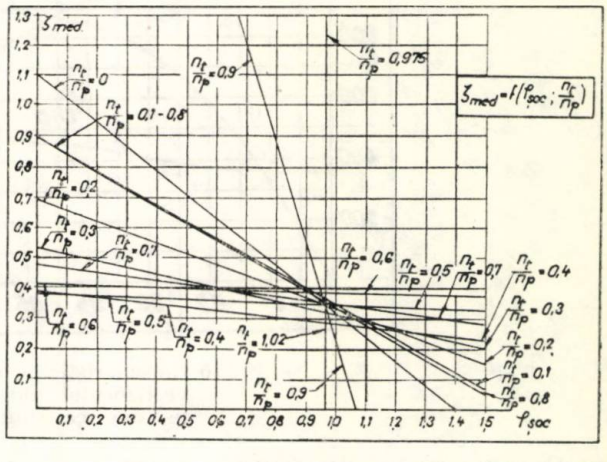


Fig. 4 Coeficientul global mediu al pierderilor hidraulice prin frecare $\xi_{med} = f\left(\varphi_{soc}; \frac{n_t}{n_p}\right)$, pentru convertizorul cu o treaptă CHC-850.

Dacă perechile de valori φ_2 și n_t/n_p rezultate din relația (14) se introduc în relațiile (8) și (9) se obțin valorile M_{thp}, M_{tht}.

$$\eta_h\eta_v = \frac{M_{tht}}{M_{thp}}\frac{n_t}{n_p} \quad \text{și} \quad k' = \frac{M_{tht}}{M_{thp}}$$

care fac legătura între caracteristicile energetice interioare și exterioare. Valorile obținute pot fi comparate cu cele obținute prin aplicarea metodologiei de calcul al randamentelor mecanice η_m și η_{mp} indicate în literatura de specialitate [1]. Rotorii-pompă, turbină și apa-

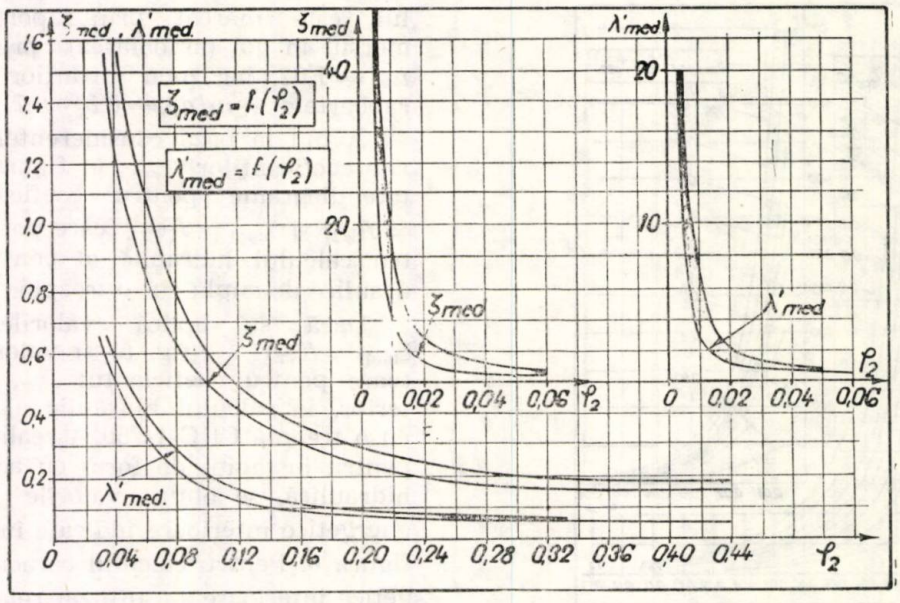


Fig. 5 Coeficientul global mediu a pierderilor hidraulice prin frecare și coeficientul mediu a pierderilor hidraulice prin frecare longitudinală. $\xi_{med} = f(\varphi_2)$ și $\lambda'_{med} = f(\varphi_2)$

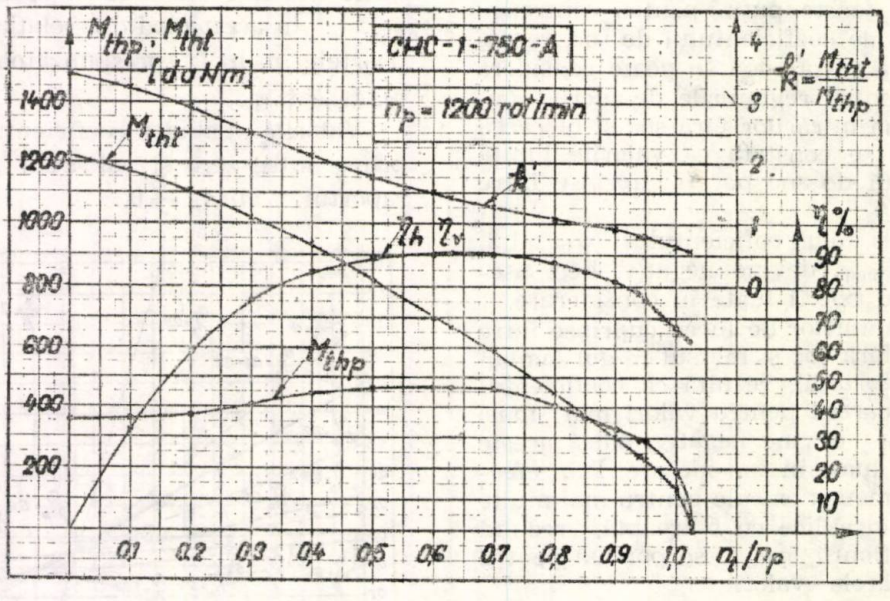


Fig. 6 Caracteristicile energetice interioare ale convertizorului hidraulic CHC—1—750 A, rezultate din calculul hidraulic.

Caracteristicile energetice exterioare ale convertizorului CHC-1-750 A, măsurate pe stand sînt indicate în figura 7. Din comparația lor rezultă randamentele mecanice η_m și η_{mp}, ratele directoare ale convertizoarelor hidraulice CHC-850 și CHC-1-750 A, inclusiv mulajele paletelor, au fost proiectate de I.P.C.U.P. Ploiești, iar elaborarea tehnologiilor de turna-

re execuția SDV-urilor și turnarea pieselor lotului prototip au fost realizate de I.C.S.I.T.P.S.C. București.

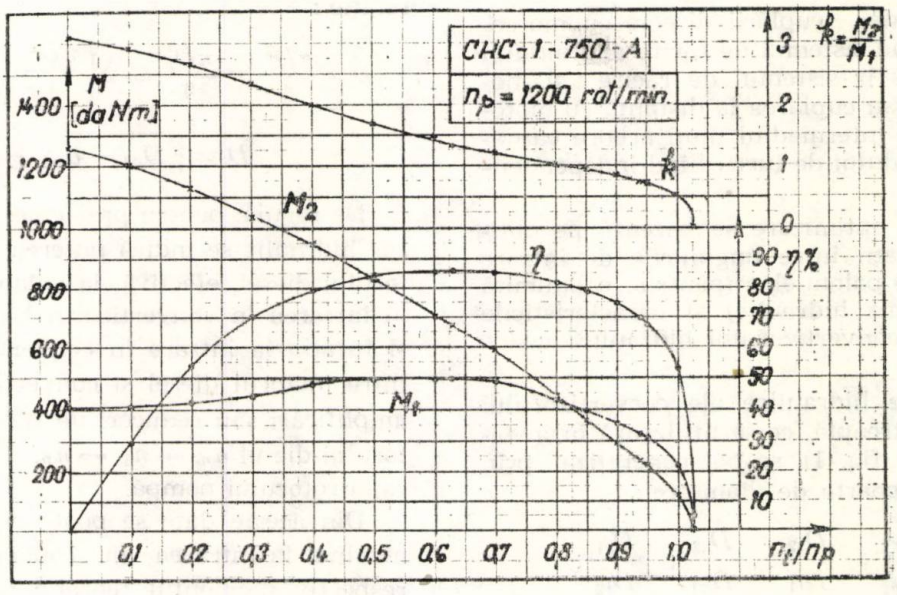


Fig. 7 Caracteristicile energetice exterioare ale convertizorului CHC—1—750 A, măsurate pe stand.

În concluzie se poate spune că **metoda indirectă de calcul al coeficienților pierderilor hidraulice se poate aplica la toate convertizoarele existente, deoarece la acestea se cunosc caracteristicile energetice exterioare și geometria circuitului hidraulic.**

Metodologia poate fi aplicată în principiu, la toate tipurile de convertizoare hidraulice, creîndu-se astfel posibilitatea acumulării unor date bogate despre coeficienții pierderilor hidraulice și putîndu-se, în mod continuu, îmbunătăți metodele de proiectare a convertizoarelor hidraulice, în vederea obținerii unor parametri energetici maximi.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Peligrad, N.:* Pierderile hidraulice în circuitul convertizoarelor hidraulice de cuplu în diferite regimuri de lucru. Teză de doctorat, aprilie, 1984, Institutul Politehnic „Traian Vuia" — Timișoara.

CZ : 675.5 :622.323

Optimizarea calculului de proiectare a convertizoarelor hidraulice de cuplu cu o treaptă destinate instalațiilor de foraj

Dr. ing. Nicolae **PELIGRAD** — I.P.C.U.P. — Ploiești

Optimizarea calculului de proiectare a convertizoarelor hidrulice de cuplu cu o treaptă urmărește obținerea unor performanțe maxime de funcționare, cu dimensiuni geometrice minime ale ansamblului convertizorului hidraulic.

Convertizoarele hidraulice de cuplu, cu o treaptă, care echipează instalațiile de foraj, trebuie să îndeplinescă unele caracteristici specifice acestui domeniu de utilizare :

— randamente maxime cuprinse între 0,85 — 0,90, iar în ansamblu curba de randament cît mai plată ;

— coeficientul de amplificare maximă a cuplului $k_{max} = 3{,}0 \div 2{,}5$;

— mersul în gol (ambalarea) să fie realizată pentru raportul : $n_t/n_p \simeq 1{,}0$;

— circuitul hidraulic să aibă o asemenea formă, încît să permită realizarea unor arbori și a unei lăgăruiri capabile să suporte solicită-

rile provenite, atît din transmiterea puterilor la anumite turații, cît și din solicitările suplimentare provenite din specificul montajului în instalațiile de foraj ;

— posibilitatea cuplării directe cu motoarele diesel, avînd sistemul de răcire al fluidului de lucru inclus îr sistemul de răcire al motorului diesel, sau cuplarea la distanță cu motorul diesel, prin intermediul unui arbore cardanic, răcirea fluidului de lucru fiind independentă.

Calculul de optimizare se bazează pe obținerea unor relații între unghiurile de intrare și de ieșire ale paletajelor (pentru o anumită formă de circuit hidraulic) și caracteristicile energetice ale convertizorului hidraulic cu o treaptă.

1. Circuitele hidraulice ale corvertizorului hidraulic cu o treaptă, ce se utilizează în instalațiile de foraj (fig. 1), se pot concretiza prin următoarele rapoarte de diametre :

$$\frac{d}{D};\ \frac{D_{p1}}{D_{p2}};\ \frac{D_{t2}}{D_{t1}};\ \frac{D_{s2}}{D_{p1}};\ \frac{D_{s1}}{D_{t2}};$$

$$\frac{D_{s2}}{D_{p2}};\ \frac{D_{s1}}{D_{t1}};\ \frac{D_{t1}}{D_{p2}}\ \frac{b_{p2}}{D_{p2}}$$

Între diametrul maxim al circuitului hidraulic D și diametrul mediu la ieșirea din paletajul rotorului pompă D_{p2} există următoarea relație :

$$\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi D_i^2}{4} = 2\left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi D_{p2}^2}{4}\right);$$

$$D = \sqrt{D_{p2} - b_{p2}} + b_{p2} \qquad (1)$$

De regulă. pentru proiectarea unui convertizor hidraulic se indică puterea nominală a motorului diesel, efectivă, la volant (adică puterea la intrarea în convertizorul hidraulic) $P_{1\,nom}$ și turația la intrare în convertizor n_1 . Dacă între motorul diesel și convertizor nu există amplificări sau reduceri de turație, turația motorului diesel $n_m = n_1 = n_p$, unde n_p — turația rotorului pompă.

Din aceste date se poate calcula momentul nominal la intrarea în convertizor $M_{1\,nom}$ și respectiv momentul teoretic nominal al rotorului pompă :

$$M_{thp\,nom} = M_{1\,nom} \cdot \eta_{mp}\,; \quad \eta_{mp} = 0{,}96 - 0{,}97$$

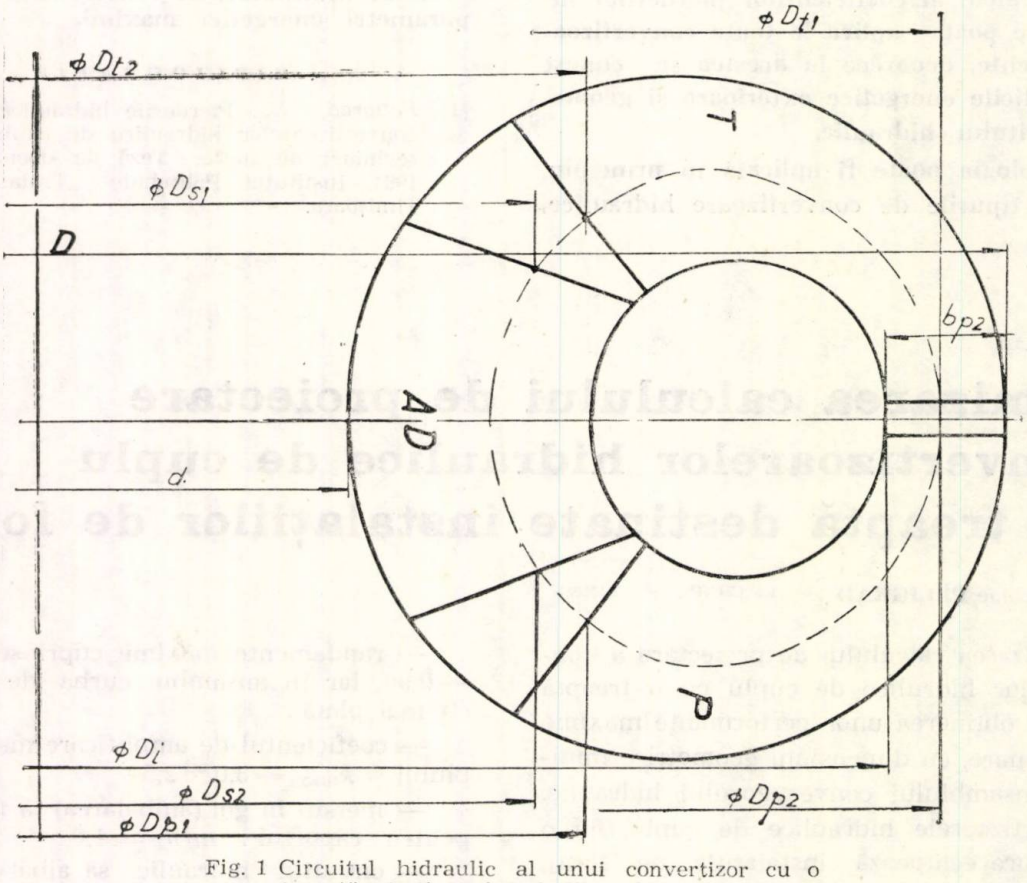


Fig. 1 Circuitul hidraulic al unui convertizor cu o treaptă, destinat instalațiilor de foraj.
P — rotorul pompă; T — rotorul turbină ; AD — aparatul director.

Momentul teoretic al rotorului pompă corespunzător intrării fără șoc se poate considera :

$$M^{*}_{thp} = (1{,}1 \div 1{,}2)\ M_{thp\,nom}$$

După cum se știe din lucrarea [2] momentul teoretic al rotorului, M^{*}_{thp} se poate scrie sub forma :

$$M^{*}_{thp} = A'_{p1}\varphi^{*}_{2}\left(1 - B'_{p1}\varphi^{*}_{2}\right) \qquad (2)$$

$$\varphi^{*}_{2} = \frac{v^{*}_{mp2}}{u_{p2}}$$

$$A'_{p1} = \frac{\gamma\pi^{3}\dfrac{b_{p2}}{D_{p2}}}{7200\,g}\, n_p^2 D_{p2}^5 ;$$

$$B'_{p1} = a_{p2}\operatorname{ctg}\beta_{p2} + \frac{S_{p2}}{S_{s2}}\frac{D_{s2}}{D_{p2}}\, a_{s2}\operatorname{ctg}\alpha_{s2}$$

Se pot alege diferiți cofiecienți de debit φ^{*}_{2} diferite unghiuri ale paletajului la ieșirea din rotorul pompă β_{p2z}, la ieșirea din aparatul director α_{s2z} și diferite numere de palete ale rotorului pompă z_p, pentru determinarea diametrului maxim D al circuitului hidraulic.

În aceste condiții se poate calcula coeficientul μ de reducere a sarcinii rotorului pompă, datorită numărului finit de palete și a unghiului paletelor la ieșirea din rotorul pompă, conform relației lui Fujie :

$$\mu^{\star} = 1 - \frac{1 - \mu_s}{1 - \varphi^{*}_{2}\operatorname{ctg}\beta_{p2z}} \qquad (3)$$

$$\mu_s = \left(693 + 15{,}8 Z_p - 0{,}258\, Z_p^2\right) 10^{-3}$$

Unghiul paletajului la intrarea în rotorul pompă se poate calcula din relația :

$$\operatorname{ctg}\beta_{p1z} = \frac{\dfrac{D_{p1}}{D_{p2}} - \dfrac{S_{p2}}{S_{s2}}\dfrac{D_{s2}}{D_{p1}}\, a_{s2}\operatorname{ctg}\alpha_{s2}\,\varphi^{*}_{2}}{\dfrac{S_{p2}}{S_{p1}}\, a_{p1}\,\varphi^{*}_{2}} \qquad (4)$$

$$\alpha_{s2} = \alpha_{s2z} + (2 \div 4)^{0}$$

Dacă se consideră :

$$\frac{S_{p2}}{S_{s2}} = 1{,}0 \text{ și } a_{p1} = a_{s2} = 1{,}0$$

relația (4) devine :

$$\operatorname{ctg}\beta_{p1z} = \frac{\dfrac{D_{p1}}{D_{p2}} - \dfrac{D_{s2}}{D_{p1}}\operatorname{ctg}\alpha_{s2}\varphi^{*}_{2}}{\varphi^{*}_{2}} \qquad (5)$$

Unghiul firului mediu de fluid la ieșirea din rotorul pompă β_{p2} se poate calcula din expresia :

$$\operatorname{ctg}\beta_{p2} = \frac{B'_{p1} - \dfrac{S_{p2}}{S_{s2}}\dfrac{D_{s2}}{D_{p2}}\, a_{s2}\operatorname{ctg}\alpha_{s2}}{a_{p2}} \qquad (6)$$

Considerîndu-se :

$$\frac{S_{p2}}{S_{s2}} = 1{,}0 \text{ și } a_{p2} = a_{s2} = 1{,}0$$

relația (6) devine :

$$\operatorname{ctg}\beta_{p2} = B'_{p1} - \frac{D_{s2}}{D_{p2}}\operatorname{ctg}\alpha_{s2} \qquad (7)$$

Momentul teoretic al rotorului pompă se mai poate scrie și sub forma :

$$M^{*}_{thp} = \mu^{\star} A'_{p1}\varphi^{*}_{2}\left(1 - \varphi^{*}_{2}B''_{p1}\right) \qquad (8)$$

$$B''_{p1} = a_{p2}\operatorname{ctg}\beta_{p2z} + \frac{S_{p2}}{S_{s2}}\frac{D_{s2}}{D_{p2}}\, a_{s2}\operatorname{ctg}\alpha_{s2}$$

Dacă se consideră :

$$\frac{S_{p2}}{S_{s2}} = 1{,}0 \text{ și } a_{p2} = a_{s2} = 1{,}0$$

se obține :

$$B''_{p1} = \operatorname{ctg}\beta_{p2z} + \frac{D_{s2}}{D_{p2}}\operatorname{ctg}\alpha_{s2}$$

Din egalitatea relațiilor (2) și (8) rezultă :

$$B'_{p1} = \frac{1 - \mu^{\star}\left(1 - \varphi^{*}_{2}B''_{p1}\right)}{\varphi^{*}_{2}} \qquad (9)$$

Din relația (2) se poate obține expresia :

$$D_{p2} = \sqrt{\frac{7200 \cdot g \cdot M^{*}_{thp}}{\gamma\pi^{3}\dfrac{b_{p2}}{D_{p2}}\, n_p^2\,\varphi^{*}_{2}\left(1 - \varphi^{*}_{2}B'_{p1}\right)}} \qquad (10)$$

Relația (10) poate fi utilizată și în cazul că se consideră $D_{p2} = \text{const.}$ și se dorește realizarea unei game de momente M^{*}_{thp}.

Dimetrul maxim al circuitului hidraulic se poate calcula din relația (1).

Rezultă că pentru a se realiza un anumit moment teoretic al rotorului pompă M^{*}_{thp}, corespunzător intrării fără șoc, pentru o anumită turație n_p, se pot obține mai multe variante constructive ale rotorului-pompă, în funcție de valorile care se aleg pentru unghiurile β_{p2z} și α_{s2z} și a coeficientului de debit φ^{*}_{2}.

Momentul teoretic maxim al rotorului pompă se poate calcula din relația :

$$M_{thp\,max} = \frac{A'_{p1}}{4B'_{p1}} \tag{11}$$

$$B'_{p1} = a_{p2}\operatorname{ctg}\beta_{p2} + \frac{S_{p2}}{S_{s2}}\frac{D_{s2}}{D_{p2}}a_{s2}\operatorname{ctg}\alpha_{s2} \text{ sau}$$

$$B'_{p1} = \operatorname{ctg}\beta_{p2} + \frac{D_{s2}}{D_{p2}}\operatorname{ctg}\alpha_{s2}, \text{ dacă}$$

$$\frac{S_{p2}}{S_{s2}} = 1{,}0 \text{ și } a_{p2} = a_{s2} = 1{,}0$$

Coeficientul de debit corespunzător pentru momentul teoretic maxim al rotorului pompă este dat de expresia :

$$\varphi_{2(Mthp\,max)} = \frac{1}{2B'_{p1}} \tag{12}$$

2. În conformitate cu cele indicate în lucrarea [2] sarcinile teoretice ale rotorului-pompă, rotorului-turbină, piederile hidraulice prin frecare și pierderile hidraulice prin șoc se pot scrie în funcție de coeficientul φ_2.

Se știe că la un convertizor hidraulic, dacă se admite că toate pierderile hidraulice se reduc la pierderile prin frecare și la pierderile prin șoc la intrarea în paletaje și că randamentul volumetric $\eta_v = 1{,}10$, se poate scrie relația :

$$H_{thp} - H_{tht} - \Sigma_{hp} - \Sigma_{hsoc} = 0 \tag{13}$$

În aceste condiții relația (13) se poate scrie, pentru următoarele cazuri mai importante, presupunînd că intrările fără șoc pentru rotorul-pompă, rotorul-turbină și aparatul director se fac pentru coeficienți de debit φ_2^*, φ_2^{**}, φ_2^{***} și respectiv pentru rapoarte de turații n_t^*/np, n_t^{**}/np și n_t^{***}/np.

a) Regimurile de lucru cuprinse între blocajul convertizorului și mersul în gol (ambalarea convertizorului).

$$\left(1 - B'_{p1}\varphi_2\right) - \frac{nt}{np}\left[1 - \frac{nt}{np}\left(\frac{D_{t2}}{D_{t1}}\right)^2 - B'_{t1}\varphi_2\right] - \frac{\xi_{med}E\varphi_2^2}{4} - \frac{\varphi_{soc}}{2}\left[\left(\frac{D_{p1}}{D_{p2}} - B_{p4}\varphi_2\right)^2 + \left(1 - \frac{nt}{np} - B_{t4}\varphi_2\right)^2 + \left(B_{s4}\varphi_2 - \frac{D_{t2}}{D_{t1}}\frac{D_{t2}}{D_{s2}}\frac{nt}{np}\right)^2\right] = 0 \tag{14}$$

b) Regimul de lucru corespunzător intrării fără șoc în rotorul-pompă.

$$\left(1 - B'_{p1}\varphi_2^*\right) - \frac{nt^*}{np}\left[1 - \frac{nt^*}{np}\left(\frac{D_{t2}}{D_{t1}}\right)^2 - B'_{t1}\varphi_2^*\right] - \frac{\xi_{med}^*E\left(\varphi_2^*\right)^2}{4} - \frac{\varphi_{soc}}{2}\left[\left(1 - \frac{nt^*}{np} - B_{t4}\varphi_2^*\right)^2 + \left(B_{s4}\varphi_2^* - \frac{D_{t2}}{D_{t1}}\frac{D_{t2}}{D_{s1}}\frac{nt^*}{np}\right)^2\right] = 0 \tag{15}$$

c) Regimul de lucru corespunzător intrării fără șoc în rotorul-turbină.

(16)

$$\left(1 - B'_{p1}\varphi_2^{**}\right) - \frac{nt^{**}}{np}\left[1 - \frac{nt^{**}}{np}\left(\frac{D_{t2}}{D_{t1}}\right)^2 - B'_{t1}\varphi_2^{**}\right] - \frac{\xi_{med}^{**}E\left(\varphi_2^{**}\right)^2}{4} - \frac{\varphi_{soc}}{2}\left[\left(\frac{D_{p1}}{D_{p2}} - B_{p4}\varphi_2^{**}\right)^2 + \left(B_{s4}\varphi_2^{**} - \frac{D_{t2}}{D_{t1}}\frac{D_{t2}}{D_{s1}}\frac{nt^{**}}{np}\right)^2\right] = 0$$

d) Regimul de lucru corespunzător intrării fără șoc în aparatul director.

$$\left(1 - B'_{p1}\varphi_2^{***}\right) - \frac{nt^{***}}{np}\left[1 - \frac{nt^{***}}{np}\left(\frac{D_{t2}}{D_{t1}}\right)^2 - B'_{t1}\varphi_2^{***}\right] - \frac{\xi_{med}^{***}E\left(\varphi_2^{***}\right)^2}{4} - \frac{\varphi_{soc}}{2}\left[\left(\frac{D_{p1}}{D_{p2}} - B_{p4}\varphi_2^{***}\right)^2 + \left(1 - \frac{nt^{***}}{np} - B_{t4}\varphi_2^{***}\right)^2\right] = 0 \tag{17}$$

e) Regimul de lucru corespunzător blocajului convertizorului.

$$\left(1 - B'_{p1}\varphi_2^0\right) - \frac{\xi_{med}^0E\left(\varphi_2^0\right)^2}{4} - \frac{\varphi_{soc}^0}{2}\left[\left(\frac{D_{p1}}{D_{p2}} - B_{p4}\varphi_2^0\right)^2 + \left(1 - B_{t4}\varphi_2^0\right)^2 + \left(B_{s4}\varphi_2^0\right)^2\right] = 0 \tag{18}$$

Dacă se aleg diferite valori pentru unghiurile paletajului la intrarea și ieșirea din rotorul-turbină, $(180 - \beta_{t1z})$, β_{t2z} și respectiv ale paletajului de la intrarea din aparatul director $180^0 - \alpha_{s1z}$, se pot calcula toți coeficienții : B'_{p1}; B'_{t1}; B_{p4}; B_{t4}; B_{s4}; E și în consecință se pot determina valorile coeficienților de debit φ_2^{**}, φ_2^{***} și valorile rapoartelor nt^*/np, nt^{**}/np și nt^{***}/n_p, corespunzătoare intrărilor fără șoc.

Unghiul mediu al firului de fluid la ieșirea din rotorul turbină :

$$\beta_{t2} = \beta_{t2z} + (2 \div 4)^0$$

Valoarea raportului nt^*/np se poate calcula din relația corespunzătoare intrării fără șoc în rotorul pompă (15).

Valoarea coeficientului ξ^*_{med}, se ia în funcție de valoarea coeficientului φ_2^*, conform indicațiilor din literatura de specialitate [2], iar $\varphi_{soc} = 1{,}0$.

Pentru intrarea fără șoc în rotorul turbină se poate scrie relația :

(19)

$$\varphi_2^{**} = \frac{1 - \frac{nt^{**}}{np}}{a_{p2} \operatorname{ctg} \beta_{p2} + \frac{S_{p2}}{S_{t1}} a_{t1} \operatorname{ctg} (180^\circ - \beta_{t1z})}$$

Dacă se consideră : $S_{p2}/S_{t1} = 1{,}0$ și $a_{p2} = a_{t1} = 1{,}0$, rezultă :

$$\frac{nt^{**}}{np} = 1 - \varphi_2^{**} [\operatorname{ctg} \beta_{p2} + \operatorname{ctg} (180^\circ - \beta_{t1z})] =$$

$$= 1 - \varphi_2^{**} B_{t4} \qquad (20)$$

Din relațiile (19) și (90), rezultă valorile coeficientului φ_2^{**} și a raportului nt^{**}/np, știind că $\xi^{**}_{med} = \xi^*_{med}$ iar $\varphi_{soc} = 1{,}0$.

Intrarea fără șoc în aparatul director se poate caracteriza prin relația :

(21)

$$\varphi_2^{***} = \frac{\frac{nt^{***}}{np} \frac{D_{t2}}{D_{t1}}}{\frac{S_{p2}}{S_{t2}} a_{t2} \operatorname{ctg} \beta_{t2} - \frac{S_{p2}}{S_{s1}} a_{s1} \operatorname{ctg} (180^\circ - \alpha_{s1z}) \frac{D_{s1}}{D_{t2}}}$$

Dacă $\frac{S_{p2}}{S_{t2}} = \frac{S_{p2}}{S_{s1}} = 1{,}0$ și $a_{t2} = a_{s1} = 1{,}0$,

rezultă :

$$\frac{nt^{***}}{np} = \varphi_2^{***} \left[\operatorname{ctg} \beta_{t2} - \operatorname{ctg} (180^\circ - \alpha_{s1z}) \frac{D_{s1}}{D_{t1}} \right] \cdot$$

$$\cdot \frac{D_{t1}}{D_{t2}} = \varphi_2^{***} B'_{s4} \qquad (22)$$

$$B'_{s4} = \left[\operatorname{ctg} \beta_{t2} - \operatorname{ctg} (180^\circ - \alpha_{s1z}) \frac{D_{s1}}{D_{t2}} \right] \frac{D_{t1}}{D_{t2}}$$

Prin introducerea valorii nt^{***}/np din relația (22) în relația (17) se obține o relație în φ_2^{***}, unde : $\xi^{***}_{med} = \xi^*_{med}$; $\varphi_{soc} = 1{,}0$

Prin introducerea valorii coeficientului φ_2^{***} în relația (22) se obține raportul nt^{***}/np.

Din analiza relațiilor (15) pînă a (22), rezultă că coeficienții φ_2^*, φ_2^{**}, φ_2^{***} și rapoartele nt^*/np, nt^{**}/np, nt^{***}/np sînt în directă corelare cu unghiurile de intrare și ieșire din paletaje, pentru un anumit circuit hidraulic. Evident că și caracteristicile energetice sînt în directă corelare cu unghiurile paletajelor și deci cu coeficienții de debit și rapoartele de turații corespunzătoare intrărilor fără șoc în paletaje. În cele ce urmează, se vor scoate în evidență caracteristici energetice mai importante cum ar fi coeficientul maxim de amplificare a momentelor k'_{max}, și randamentul hidraulic maxim $\eta_{h\,max}$, precum și modul cum acestea depind de unghiurile paletajelor, respectiv de coeficienții de debit și de rapoartele de turații. știind că :

$$\xi^0_{med} = (0{,}7 \div 0{,}8)\, \xi^*_{med} ; \quad \varphi'_{soc} = 1{,}1 - 1{,}2 ;$$

din relația (18), se poate calcula coeficientul φ_2.

Cunoscînd valoarea coficientului φ_2^0 din relația (18), se poate calcula coeficientul maxim de amplificare a momentului

$$k'_{max} = \frac{1 - \varphi_2^0 B'_{t1}}{1 - \varphi_2^0 B'_{p1}} \qquad (23)$$

Se pot, de asemenea, calcula randamentele hidraulice și coeficienții de amplificare ai momentelor, pentru intrările fără șoc în paletaje :

$$\eta_h^* = \frac{\frac{nt^*}{np} \left[1 - \frac{nt^*}{np} \left(\frac{D_{t2}}{D_{t1}} \right)^2 - \varphi_2^* B'_{t1} \right]}{1 - \varphi_2^* B'_{p1}} ;$$

$$k'^* = \frac{\eta_h^*}{\frac{nt^*}{np}} \qquad (24)$$

$$\eta_h^{**} = \frac{\frac{nt^{**}}{np} \left[1 - \frac{nt^{**}}{np} \left(\frac{Dt_2}{Dt_1} \right)^2 - \varphi_2^{**} B'_{t1} \right]}{1 - \varphi_2^{**} B'_{p1}} ;$$

$$k'^{**} = \frac{\eta_h^{**}}{\frac{nt^{**}}{np}} \qquad (25)$$

$$\eta_h^{***} = \frac{\frac{nt^{***}}{np} \left[1 - \frac{nt^{***}}{np} \left(\frac{Dt_2}{Dt_1} \right)^2 - \varphi_2^{***} B'_{t1} \right]}{1 - \varphi_2^{***} B'_{p1}} ;$$

$$k'^{***} = \frac{\eta_h^{***}}{\frac{nt^{***}}{np}} \qquad (26)$$

Pentru calculul randamentului maxim se poate utiliza relația (14) și relația generală a randamentului hidraulic :

$$\eta_h = \frac{H_{tht}}{H_{thp}} = \frac{\frac{nt}{np}\left[1 - \frac{nt}{np}\left(\frac{Dt_2}{Dt_1}\right)^2 - \varphi_2 B'_{t1}\right]}{1 - \varphi_2 B'_{p1}} \tag{27}$$

Alegînd diferite valori pentru coeficientul de debit φ_2, situate în zona randamentelor maxime și valorile corespunzătoare pentru coeficienții ξ_{med} [2], din relația (14) se obțin diferite valori pentru raportul turațiilor nt/np; valorile perechii φ_2 și nt/np introduse în relația (27) conduc la determinarea randamentului hidraulic maxim $\eta_{h\,max}$, prin programare pe un calculator electronic, rezultînd implicit și valorile raportului nt/np și φ_2, corespunzătoare pentru $\eta_{h\,max}$.

În cazul ambalării, dacă se consideră pentru această situație $\varphi_2 = 0$, din relația (14), rezultă :

$$1 - \frac{n'_t}{np}\left[1 - \frac{n'_t}{np}\left(\frac{Dt_2}{Dt_1}\right)^2\right] - \frac{\varphi'_{soc}}{2}\left[\left(\frac{Dp_1}{Dp_2}\right)^2 + \left(1 - \frac{n'_t}{np}\right)^2 + \left(\frac{Dt_2}{Dt_1}\frac{Dt_2}{Ds_1}\right)^2\left(\frac{n'_t}{np}\right)^2\right] = 0$$

$$\varphi'_{soc} = 0{,}8 - 0{,}9 \tag{28}$$

Dacă în relația (14) se introduc diferite valori pentru coeficientul φ_2 (cuprinse între φ_2^0 și 0), se obțin diferite rapoarte nt/nt. Perechile de valori φ_2 și nt/n_p introduse în relațiile sarcinilor și ale momentelor teoretice ale rotorului-pompă și turbină [2], se pot calcula caracteristicile energetice interioare ale convertizorului hidraulic.

3. Pentru calculul caracteristicilor energetice exterioare, care se pot verifica pe standuri se pot utiliza relațiile :

$$\left.\begin{aligned}
&P_1 = \frac{P_{thp}}{\eta_{mp}}; \quad M_1 = \frac{M_{thp}}{\eta_{mp}};\\
&P_2 = P_1 \cdot \eta_m \cdot \eta_h \cdot \eta_v\\
&\eta = \eta_m \cdot \eta_h \cdot \eta_v; \quad \eta_h \eta_v = \frac{M_{tht}}{M_{thp}} \cdot \frac{nt}{np};\\
&M_2 = \frac{\eta \cdot M_1 \cdot n_1}{n_2}; \quad n_1 = n_p; \quad n_2 = n_t;\\
&\eta_{mp} = \frac{K_{Mthp}}{K_{Mthp} + \left(1 - \frac{nt}{np}\right)^2 f_{pt} + f_{ps}};\\
&\text{pentru } 0 < nt/np < 1{,}0\\
&K_{Mthp} = \frac{M_{thp}}{\frac{\rho\pi^2}{900} n_p^2 D^5}; \qquad \rho = \frac{\gamma}{g}
\end{aligned}\right\} \tag{29}$$

$$\left.\begin{aligned}
&\eta_m = \\
&= \frac{K_{Mthp}\eta_h\eta_v + f_{pt}\left(1 - \frac{nt}{np}\right)^2 \frac{nt}{np} - f_{ts}\left(\frac{nt}{np}\right)^3}{\left[K_{Mthp} + f_{pt}\left(1 - \frac{nt}{np}\right)^2 + f_{ps}\right]\eta_h\eta_v}\\
&\text{pentru } 0 < nt/np < 1{,}0
\end{aligned}\right\} \tag{30}$$

$$f_{ps} = (0{,}45 \div 0{,}60) \cdot 10^{-4};$$

$$f_{ts} = (0{,}25 \div 0{,}35) \cdot 10^{-4}$$

Valorile coeficientului f_{pt} se pot lua din figurile 2 și 3.

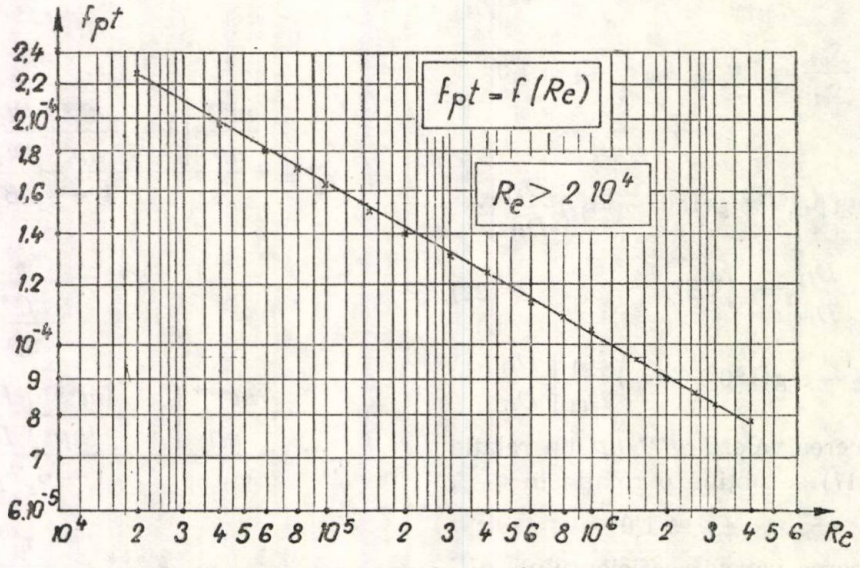


Fig. 2 Coeficientul frecării de disc între rotorul pompă și rotorul turbină $f_{pt} = f(R_e)$ pentru $R_e > 2.10^4$.

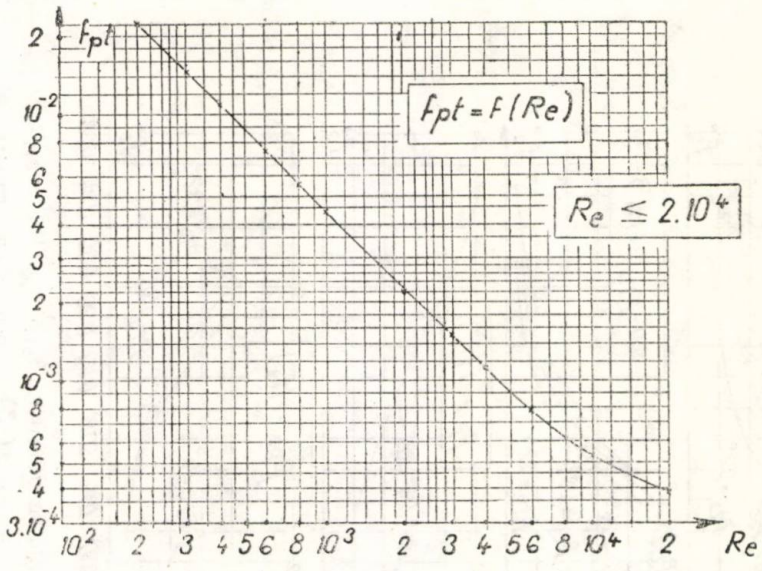


Fig. 3 Coeficientul frecării de disc între rotorul pompă și rotorul turbină $f_{pt} = f(R_e)$ pentru $R_e \leq 2.10^4$.

4. Presupunînd că intrarea fără șoc în rotorul-pompă, rotorul-turbină și aparatul director se face pentru același raport n_t^*/n_p și același coeficient de debit φ_2^*, relațiile (15), (16) și (17) se pot înlocui cu relația :

$$\left(1-\varphi_2^* B'_{p1}\right)-\frac{n_t^*}{np}\left[1-\frac{n_t^*}{np}\left(\frac{Dt_2}{Dt_1}\right)^2-\varphi_2^* B'_{t1}\right]-$$

$$-\frac{\xi^*_{med}(\varphi_2^*)^2 E}{4}=O \qquad (31)$$

De asemenea, relațiile (19) și (21), se pot scrie sub forma :

$$\varphi_2^*=\frac{1-\frac{n_t^*}{np}}{a_{p2}\operatorname{ctg}\beta_{p2}+\frac{S_{p2}}{S_{t1}}a_{t1}\operatorname{ctg}(180^\circ-\beta_{t1z})} \qquad (32)$$

$$\varphi_2^*=\frac{\frac{\varphi_t^*}{n_p}\frac{Dt_2}{Dt_1}}{\frac{S_{p2}}{S_{t2}}a_{t2}\operatorname{ctg}\beta_{t2}-\frac{S_{p2}}{S_{s1}}a_{s1}\operatorname{ctg}(180^\circ-\alpha_{s1z})\frac{D_{s1}}{Dt_2}} \qquad (33)$$

În acest caz, pentru calculul coeficienților k'_{max}, k'^* și pentru calculul randamentelor hidraulice $\eta_{h\,max}$ și η_h^*, avînd la bază relațiile (31), (32) și (33), se vor alege diferite valori pentru unghiurile α_{s2}, β_{t2}, $180^0 - d_{s1z}$ și pentru raportul n_t^*/n_p și vor rezulta din calcule coeficientul φ_2^* și unghiurile β_{p2}, β_{p1z} și $180^0 - \beta_{t1z}$.

Programîndu-se pe calculatorul electronic metodologia de calcul elaborată, s-au obținut legăturile ce trebuie să existe între unghiurile de intrare și ieșire din paletaje și unele caracteristici energetice principale cum ar fi : randamentul hidraulic maxim $_{h\,max}$,, randamentul hidraulic η_h^* și coeficientul de amplificare a momentelor k'^*, pentru intrarea fără șoc, respectiv coeficientul maxim de amplificare a momentelor k'_{max}. **Metodologia elaborată este de fapt un calcul de optimizare, care scoate în evidență relațiile ce pot exista între unghiurile paletajului și caracteristicile energetice ale unui convertizor hidraulic, cu o treaptă.**

După această metodologie s-au efectuat calcule cu ajutorul calculatorului electronic, obținîndu-se valori pentru : coeficienții de debit φ_2^*, φ_2^0 randamentele hidraulice $\eta_{h\,max}$, η_h^* coeficienții de amplificare a momentelor k'_{max} k'^*, unghiurile β_{p1z}, β_{p2} și $180^\circ - \beta_{t1z}$.

În figurile 4, 5 și 6, spre exemplu, sînt reprezentate unele valori de mai sus.

Toate rezultatele sînt raportate în funcție de coeficientul de debit φ_2^*.

În figura 7 sînt exemplificate calculele pentru $\alpha_{s2} = 27$ $\beta_{t2} = 28^0$, toate unghiurile și caracteristicile energetice fiind reprezentate în funcție de raportul n_t^*/n_p.

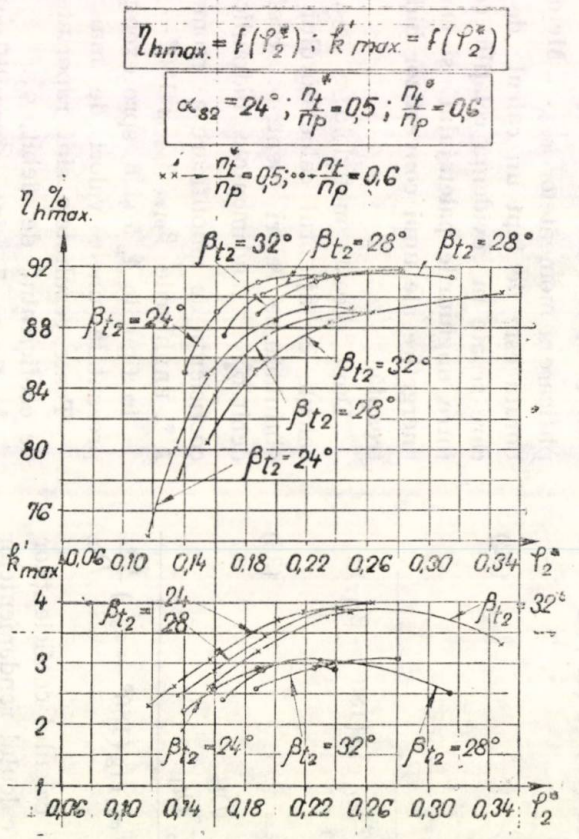


Fig. 4 Variația randamentului hidraulic maxim $\eta_{h\,max} = f(\varphi_2^*)$ și coeficientul maxim de aplicare a momentelor teoretice $k'_{max} = f(\varphi_2^*)$ pentru raportul intrării fără șoc în paletaje $n_t^*/np = 0,5$ si $0,6$; $\alpha_{s2} = 24^0$ și $\beta_{t2} = 24^0$, 28^0, 32^0.

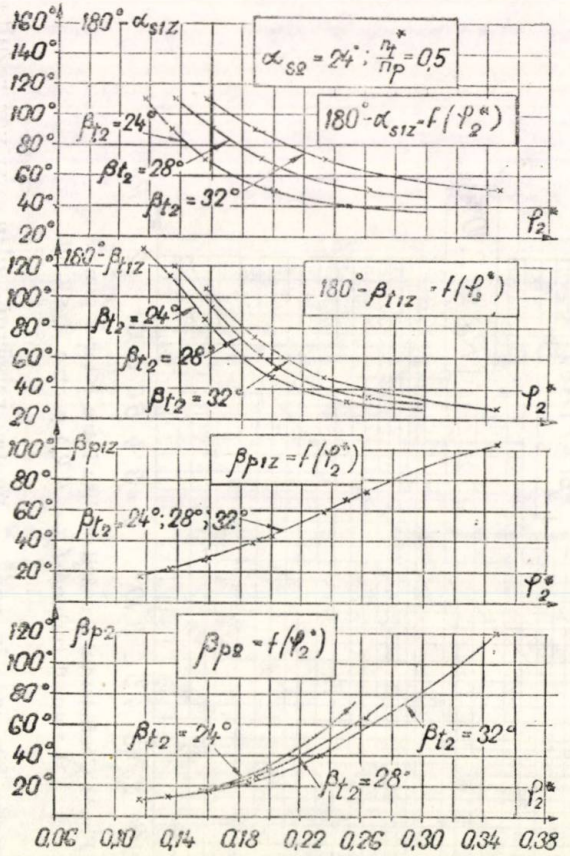


Fig. 5 Variația unghiurilor β_{p1z}, β_{p2}, $180° - \beta_{t1z}$ și $180° - \alpha_{s1z} = f(\varphi_2^*)$, pentru un raport al intrării fără șoc $n_t^*/np = 0,5$, $\alpha_{s2} = 24°$ și $\beta_{t2} = 24^0$, 28^0, 32^0.

Rezultatele generale, pentru unghiuri β_{p2} și $\beta_{p1z} < 90^0$, sînt reprezentate în figurile 8 și 9, unde toate unghiurile și caracteristicile energetice sînt reprezentate în funcție de φ_2^*.

Din analiza acestor diagrame, rezultă că pentru a se realiza convertizoare hidraulice cu

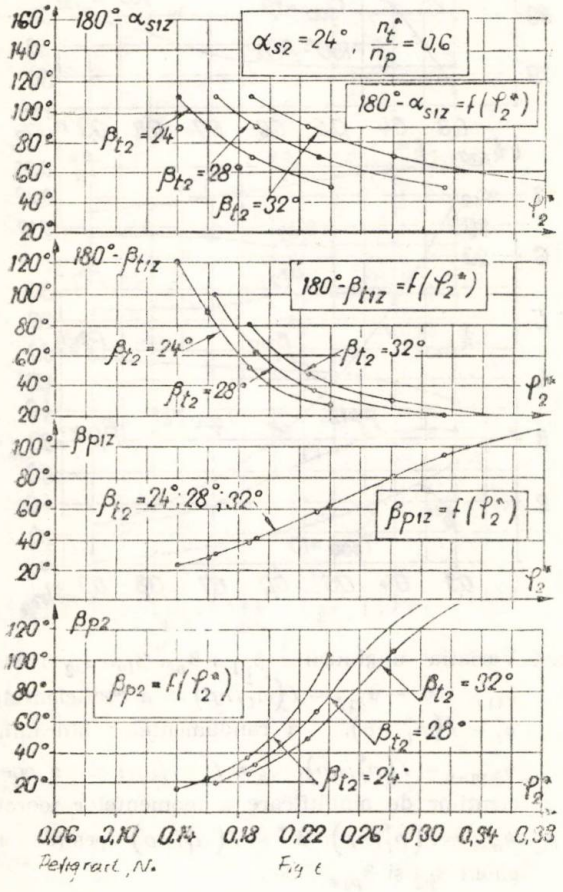


Fig. 6 Variația unghiurilor β_{p1z}, β_{p2}, $180° - \beta_{t1z}$ și $180° - \alpha_{s1z} = f(\varphi_2^*)$, pentru un raport al intrării fără șoc $n_t^*/np = 0{,}6$, $\alpha_{s2} = 24°$ și $\beta_{t2} = 24°$, $28°$, $32°$.

o treaptă, cu randamente hidraulice maxime, intrările fără șoc trebuie să fie alese pentru rapoarte n_t^*/np cu valori cît mai mari, în schimb coeficienții maximi de amplificare au valori mai mici.

Pentru a avea coeficienți maximi de amplificare, trebuie alese rapoarte n_t^*/np cît mai mici, scăzînd evident randamentul hidraulic.

Pentru utilaj petrolier sînt agreate convertizoarele cu o treaptă, cu coeficenți maximi de amplificare cuprinse între 2,5 și 3,0 și randamente maxime cuprinse între 0,86—0,9 (caracteristici energetice exterioare).

Din calculele efectuate a rezultat că randamentul hidraulic maxim $\eta_{h\,max}$ se realizează pentru rapoarte nt/np mai mari decît rapoartele n_t^*/np ale intrării fără șoc.

Calculul de optimizare aplicat în cazul intrării fără șoc pentru același raport n_t^*/np și același coeficient φ_2^* pentru toate paletajele, se poate aplica și în cazul intrărilor fără șoc pentru rapoarte diferite n_t^*/np, n_t^{**}/np, n_t^{***}/np și coeficienții diferiți φ^*, φ^* și φ^{***}.

Prin aplicarea calculului de optimizare se pot realiza convertizoare hidraulice cu dimensiuni minime și caracteristici energetice maxime, soluții care conduc atît la reducerea consumului de metal cît și la reducerea consumului de energie, rezultat din îmbunătățirea randamentului.

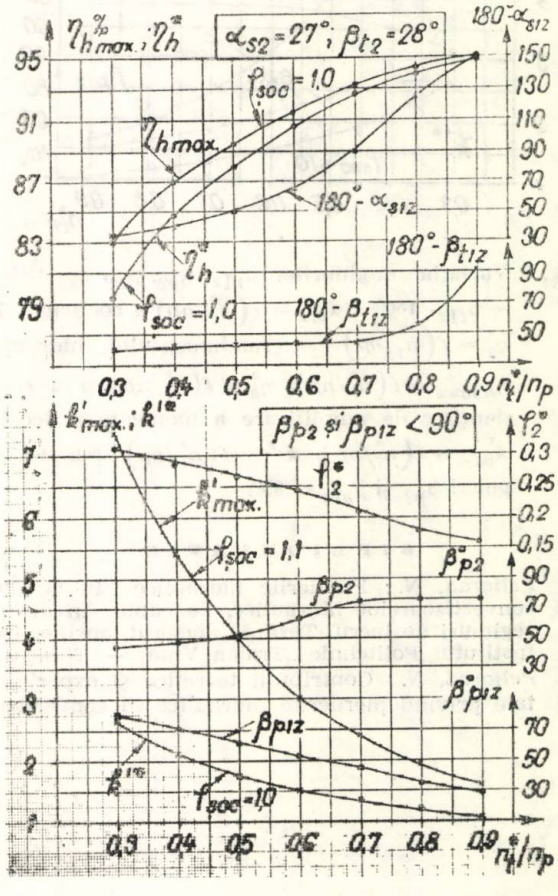


Fig. 7 Variația unghiurilor β_{p1z}, β_{p2}, $180° - \beta_{t1z}$ $180° - \alpha_{s1z} = f(n_t^*/np)$, a coeficientului $\varphi_2^* = f(n_t^*/np)$, a randamentelor hidraulice $\eta_{h\,max} = f(n_t^*/np)$, $\eta_h^* = f(n_t^*/np)$ și a coeficienților dt amplificare a momentelor teoretice $k'_{max} = f(n_t^*/np)$, $k'^* = f(n_t^*/np)$ pentru $\alpha_{s2} = 27°$; $\beta_{t2} = 28°$.

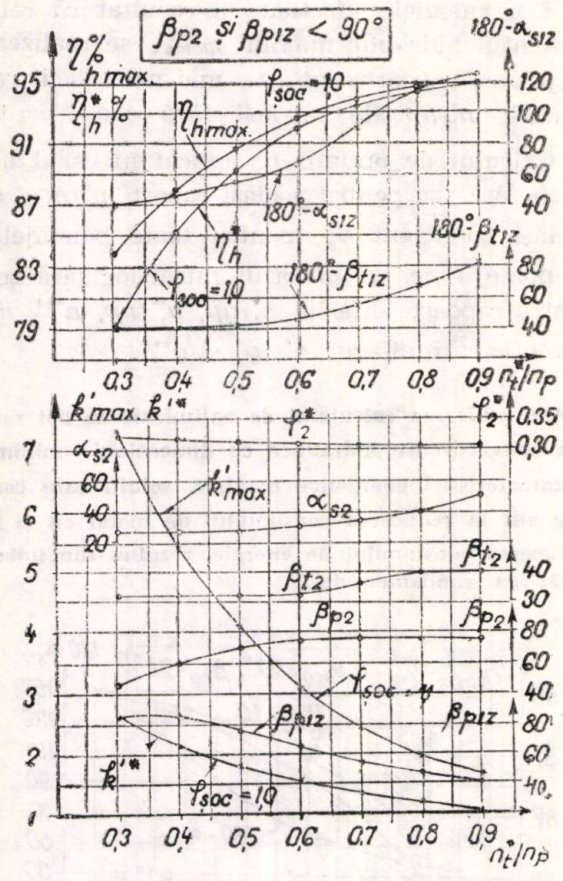


Fig. 8 Variația unghiurilor β_{p1z}, β_{p2}, β_{t2}, α_{s2} $180° - \beta_{t1z}$, $180° - \alpha_{s1z} = f\left(n_t^*/np\right)$ a coeficientului $\varphi_2^* = f\left(n_t^*/np\right)$ a randamentului hidraulice $\eta_{h\,max} = f\left(n_t^*/np\right)$, $\eta_h^* = f\left(n_t^*/np\right)$ și a coeficienților de amplificare a momentelor teoretic $k'_{max} = f\left(n_t^*/np\right)$, $k'^* = f\left(n_t^*/np\right)$ pentru unghiuri β_{p2} și $\beta_{p1z} < 90°$.

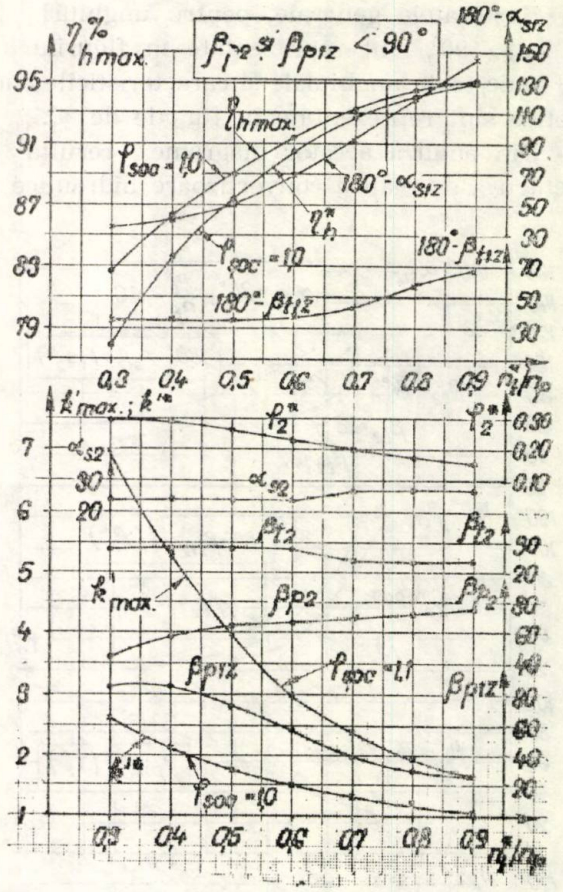


Fig. 9 Variația unghiurilor β_{p1z}, β_{p2}, β_{t2}, α_{s2} $180° - \beta_{t1z}$, $180° - \alpha_{s1z} = f\left(n_t^*/np\right)$, a coeficientului $\varphi_2^* = f\left(n_t^*/np\right)$, a randamentelor hidraulice $\eta_{h\,max} = f\left(n_t^*/np\right)$, $\eta_h^* = f\left(n_t^*/np\right)$ și a coeficienților de amplificare a momentelor teoretic $k'_{max} = f\left(n_t^*/np\right)$, $k'^* = f\left(n_t^*/np\right)$ pentru unghiuri β_{p2} și $\beta_{p1z} < 90°$.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Peligrad, N.:* Pierderile hidraulice în circuitul convertizoarelor hidraulice, de cuplu în diferite regimuri de lucru. Teză de doctorat, aprilie, 1984, Institutul Politehnic „Traian Vuia" — Timișoara.

[2] *Peligrad, N.:* Contribuții teoretice și experimentale privind pierderile hidraulice în convertizoarele hidraulice de cuplu cu o treaptă, destinate instalațiilor de foraj. Revista „Construcția de Mașini", nr. 7—8/1984.

[3] *Fujie, K..:* Pompes dans les centrales electriques—Comptus—Rendus du Symposion Internațional, Brunswick, 1966.

CZ : 624.04

Considerații asupra metodelor de calcul al structurilor platformelor fixe marine

Conf. dr. ing. Adrian **POPOVICI**, asist. ing. Petre **ȘUPROVICI** — Institutul de Construcții București
Ing. Aurel **ȘTEFĂNESCU** — I.P.C.U.P. — Ploiești

Introducere

Realizarea primelor platforme fixe marine pentru exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi de pe platforma continentală românească a Mării Negre a necesitat elaborarea și aprofundarea unor metode specifice de calcul al structurilor lor. Studiile în această problemă, coordonate de I.P.C.U.P. — București, au fost efectuate în cadrul Catedrei de Construcții Hidrotehnice din Institutul de Construcții — București.

Analize tehnico-economice au stabilit că, în condițiile de solicitări din domeniul înconjurător, în zona platformei continentale românești a Mării Negre paltformele de tip template — alcătuite dintr-o structură metalică ancorată în terenul de fundare prin piloți bătuți- reprezintă soluția optimă [1]. Studiile menționate mai înainte și metodele de calcul s-au dezvoltat cu deosebire pentru acest tip de structuri [2, 3, 4].

În lucrare se face o sinteză a stadiului actual al metodelor de calcul utilizate în analiza statică, dinamică, sau de rezistență a primelor platforme fixe marine românești și se trasează direcțiile cercetărilor viitoare pentru perfecționarea metodelor actuale de calcul.

Evaluarea încărcărilor

Proiectarea platformelor fixe marine este un proces iterativ constînd din culegerea datelor asupra mediului înconjurător și a caracteristicilor terenului de fundare, alegerea geometriei structurii platformei, evaluarea solicitărilor în elementele structurale și, pe această bază, corectarea succesivă a dimensiunilor elementelor structurale reluînd utimele două etape de calcul.

În figura 1 sînt ilustrate încărcările principale care acționează pe structura unei platforme marine. Mediul înconjurător exercită o acțiune complexă asupra platformelor, materializată prin acțiunea combinată a valurilor, mareelor, curenților de fund și de suprafață, a vîntului, gheții, cutremurelor, variațiilor de temperatură din aer și apă etc. La aceste acțiuni, se adaugă încărcarea permanentă din greutatea proprie a platformei, greutatea echipamentelor și instalațiilor, încărcările tehnologice și altele.

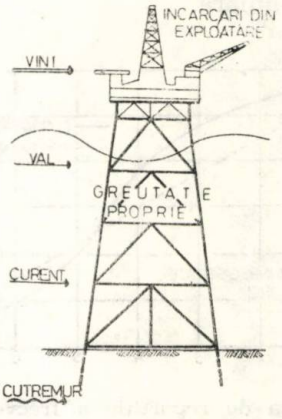


Fig. 1 Schema încărcărilor principale pe platformele fixe marine.

O importanță fundamentală pentru concepția platformei fixe o au încărcările din valuri și curenți. Ele trebuie evaluate atît din punct de vedere al valorilor lor maxime, care apar pe structură pe durata exploatării ei, cît și ca solicitări ciclice care produc fenomenul de oboseală. În amîndouă cazurile, evaluările se bazează pe datele privind vîntul din amplasament (roza vînturilor) și eventual pe măsurări directe în natură și prelucrări statistice asupra caracteristicilor valurilor și curenților.

Datele asupra valurilor și curenților în zona din Marea Neagră de amplasare a platformelor sînt încă relativ sărace, deși, mai ales în ultimii ani, s-au făcut eforturi însemnate pentru cunoașterea lor. Direcția general dominantă a vitezelor de vînt este din sectorul N—NE, $W_{10\,max}$ anuală cu frecvența de apariție 1 : 100 fiind de 40 ... 60 m/s (W_{10} este viteza vîntului măsurată la 10 m peste nivelul liniștit al mării). Pe toate direcțiile la frecvența de 1 : 100 rezultă $W_{10\,max} > 25$ m/s. Distribuția pe înălțime a vitezelor de vînt nu este cunoscută satisfăcător, fiind necesar a se aplica formulele clasice din literatură. Curenții de fund și de suprafață, în zona analizată, prezintă mari fluctuații ca direcție și în timp. Pe baza datelor disponibile, în prezent, se apreciază că curenții de fund pot atinge viteze de 1,0 ... 1,2 m/s, în condiții deosebite, iar cei de suprafață viteze pînă la 3,0 m/s, în condiții excepționale (furtuni puternice de durată lungă).

Parametrii cîmpului de valuri cu frecvența de apariție 1 : 100 ani corespund la $h_m = 5{,}75$ m (înălțime medie), $h_{1\%} = 12{,}00$ m (înălțimea maximă cu asigurarea de 1%), $T_m = 9{,}5 \ldots 100$ secunde (perioadă medie) pentru $W_{10\,max} > 40$ m/s. În figura 2 se prezintă diagrama de repartiție, pe o perioadă de 20 de ani, a frecvenței valurilor funcție de înălțimea lor. Repartiția reală, în conformitate cu normele Det Norske Veritas, se aproximează uneori cu o repartiție liniară.

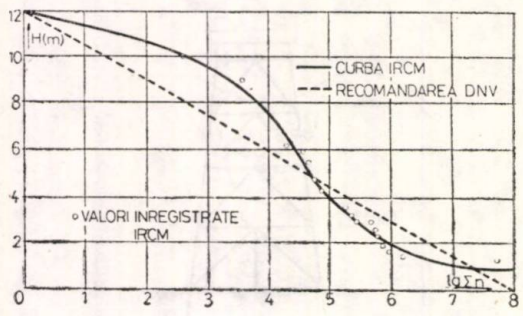


Fig. 2 Diagrama de repartiție a frecvenței valurilor în funcție de înălțimea lor; n — numărul de cicluri de valuri de o anumită înălțime H;

Determinarea încărcărilor din val pe barele structurii este o problemă foarte complexă chiar pentru bare subțiri. Efectele de lovire, presiuni, sucțiuni, care apar din acțiunea valurilor pe pereții structurii, depind de lungimea undei valurilor, adîncimea apei, diametrul barelor etc. Încărcările sînt de asemenea, influențate de interacțiunea structură-lichid, răspunsul structurii putînd conduce la modificări semnificative ale cinematicii valurilor.

În literatură sînt dezvoltate numeroase teorii pentru evaluarea încărcărilor din val. Una dintre cele mai utlizate este formula Marison-O'Brien, care ia în considerație atît efectul inerțial, cît și cel de tîrîre. Astfel forța elementară din val (dF) exercitată asupra unui cilindru vertical de diametru D și pe înălțimea dh se poate scrie :

$$dF = \left\{ \frac{1}{2} \rho C_D U |U| D + C_M a \frac{\pi D^2}{4} \right\} dh, \quad (1)$$

unde :

ρ este densitatea apei ;
C_D — coeficientul de rezistență, în funcție de numărul Reynolds și avînd valori între 0,5 ... 0,8;
C_M — coeficient de inerție sau de masă adițională, avînd valori între 1,2 ... 1,8;
U — viteza particulelor de apă pe orizontală ;
a — accelerația orizontală a particulelor de apă.

Zona de amplasare a platformelor fixe se încadrează, din punct de vedere seismic, în gradul VI—VII de intensitate. În lipsa oricăror înregistrări directe de accelerograme din zonă, în evaluarea acțiunii seismice rămîne alternativa folosirii unor spectre de proiectare, funcție de condițiile geologice locale și scalate pentru intensitățile seismice de calcul.

În etapa actuală trebuie subliniată penuria de date asupra acțiunii mediului înconjurător pe pltaformele fixe marine din Marea Neagră. La incertitudinile asupra evaluării lor, se adaugă cele generate prin transformarea lor în încărcări pe structură. În aceste condiții proiectantul este obligat să accepte uneori supraevaluări, aplicînd cu discernămînt date și relații din literatură.

Metode de calcul. Interacțiunea sol-lichid-structură

Metodele de calcul al platformelor fixe sînt probabil partea cea mai sigură a procesului de proiectare, avînd în vedere și progresele recente în utilizarea tehnicilor automate de calcul. O varietate de opțiuni de analiză poate fi făcută, cele mai importante din ele fiind prezentate în schema din figura 3.

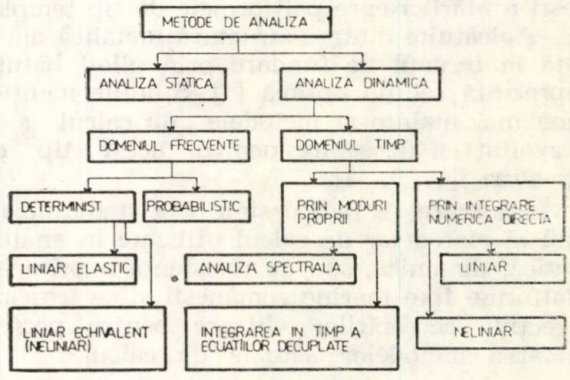


Fig. 3 Schema opțiunilor de bază în calculul structurilor fixe marine.

Analiza stării de eforturi în structură poate fi făcută în regim static sau dinamic.

Încărcările din vînt, valuri, curenți, unele încărcări tehnologice au un caracter dinamic, ciclic. În mod uzual eforturile în structură produse de aceste încărcări se determină printr-o analiză statică. Această opțiune este justificată, în cazul platformelor fixe pentru adîncimi de apă mici și mijlocii ($H < 90$ m), cu perioade fundamentale de vibrații libere $T_f \leqslant 2{,}0$ secunde. Pentru structuri cu perioada fundamentală $T_f \geqslant 2{,}0$ secunde, amplificările dinamice de răspuns la încărcările menționate mai înainte pot deveni importante, pe măsura apropierii de domeniul de frecvență al acestor încărcări (perioadele valurilor se înscriu de exemplu în domeniul 4 ... 20 secunde). Aici trebuie notat că perioada sistemului sol-structură-lichid după care răspunde structura diferă în realitate, destul de mult de perioada structurii considerată separat.

În cazurile cînd forțele de inerție sînt comparativ importante (acțiunea seismică, acțiunea valurilor pentru platforme la adîncimi de apă mai mari de 200 m etc). starea de eforturi în structură trebuie determinată printr-o analiză dinamică. Analiza dinamică poate fi efectuată în domeniul timpului sau în domeniul frecvențelor. Analiza în domeniul frecvențelor poate fi efectuată după metode deterministe sau probabiliste [5].

În mod uzual, în analizele menționate mai înainte, se acceptă ipoteza comportării liniar-elastice a materialelor din sistem. Analiza dinamică în domeniul timp, prin metoda integrării numerice directe (step by step), dă posibilitatea considerării efectelor tranzitorii în răspuns, precum și a comportării neliniare a materialelor din sistem.

Considerarea interacțiunii structură-lichid-piloți-teren de fundare este esențială într-o analiză a stării de eforturi conform cu modelul fizic. O asemenea analiză complexă se poate efectua aplicînd conceptul analizei pe substructuri, asamblarea modelului matematic pentru întregul sistem efectuîndu-se cu ajutorul unor parametri care definesc criteriile de compatibilitate între substructuri.

Interacțiunea structură-lichid, în practica curentă, se tratează după principiul maselor adiționale. Teoretic, masa adițională este o masă fictivă care suplimentează masa structurii submersate oscilante (de exemplu sub efectul acțiunii seismice), avînd un efect echivalent cu cel al forțelor exterioare hidrodinamice care solicită structura. Masele adiționale concentrate (m_{iw}) într-un nod i din structură ($i = 1,2 \ldots n$) se pot evalua cu relația :

$$m_{iw} = \rho(K_M - 1)V_i \qquad (2)$$

unde ρ, K_M și V_i sînt respectiv densitatea apei, coeficientul de inerție și volumul barelor submersate aferente nodului i. Coeficientul K_M are variații mari pentru structuri oscilante, fiind dependent de frecvența lor. Uzual K_M are valori cuprinse între 1,4 și 2.

Legăturile structurii cu terenul și anume ansamblul pilot-teren constituie legături deformabile, avînd în general o comportare neliniară. În mod uzual, ele se schematizează prin elemente de frontieră care modelează comportarea reală a ansamblului.

Alcătuirea constructivă tipic tridimensională a platformelor fixe impune considerarea efectelor tridimensionale de preluare a încărcărilor atît în analiza statică cît și dinamică. Metode bazate pe discretizarea structurii în elemente finite adecvate (uni, bi sau tridimensionale) permit considerarea, în analiza statică sau dinamică, a efectelor arătate mai înainte.

În prezent sînt dezvoltate numeroase programe de calcul automot, bazate în special pe tehnica de lucru cu elemente finite, pentru calculul static sau dinamic al stucturilor. Între acestea se menționează programele : SAP, NONSAP, FEAP, FLUSH și altele existente în biblioteca de programe a Catedrei de Construcții Hidrotehnice din Institutul de Construcții — București. Programul SAP IV, care permite calculul stării de eforturi și deformații statice și dinamice în domeniul liniar-elastic de comportare a structurilor, este în prezent cel mai aplicat în domeniul platformelor fixe marine pentru Marea Neagră. Pe structura lui s-au dezvoltat subrutine specifice calculului platformelor fixe, legate mai ales de considerarea interacțiunii structură-lichid, sau structură—piloți—teren de fundare.

În figurile 4 și 5 sînt exemplificate cîteva rezultate obținute în analiza statică și seismică a două tipuri de platforme fixe studiate pentru Marea Neagră. Calculele au evidențiat că, deși structurile analizate sînt cu noduri rigide, ele transmit încărcările tridimensional, cu prioritate prin solicitări axiale.

Analiza stării de efort la combinațiile probabile de încărcări în barele jacketului și ale piloților a permis dimensionarea rațională a elementelor lor constructive (diametre, grosimi pereți) și realizarea unui grad de protecție satisfăcător al structurii la acțiunea acestor încărcări [6].

Analiza la oboseală. Estimarea duratei de viață

Durata mare de funcționare, timp în care platforma este supusă ciclurilor de încărcare-descărcare datorate valurilor, vîntului și a vibrațiilor tehnologice, impune un calcul la oboseală. Dintre categoriile de încărcări ciclice amintite, doar valurile intervin cu un nivel semnificativ.

Durata de viață a structurii corespunde cu durata de viață a nodurilor celor mai solicitate de încărcările ciclice din structură. În mod uzual aceste noduri sînt situate la nivelul oglinzii apei, acolo unde forțele din val sînt maxime.

În vederea efectuării unui calcul la oboseală, sînt necesare următoarele trei categorii de date :

— date statistice asupra stării mării, sub forma unor diagrame înălțimi de val și număr de cicluri pe un interval de timpi sau curbe spectrale ;

— relații între starea mării și eforturile în punctele cele mai solicitate din nod (numite „puncte fierbinți)" ;

— determinarea curbelor rezistențelor admisibile la oboseală efort ciclic ($\Delta\sigma$) — număr de cicluri (N).

Unul din procedelele cele mai utilizate de calcul la oboseală este cel al cumulării liniare

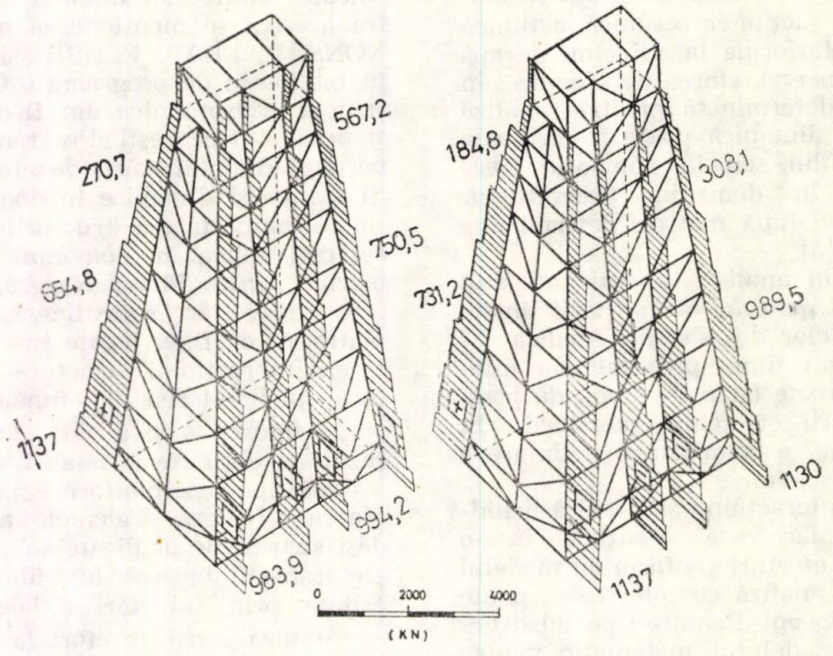


Fig. 4 Platformă fixă complexă — foarte axiale (10 KN) din acțiunea valului de calcul; a — analiză statică, b — analiză dinamică.

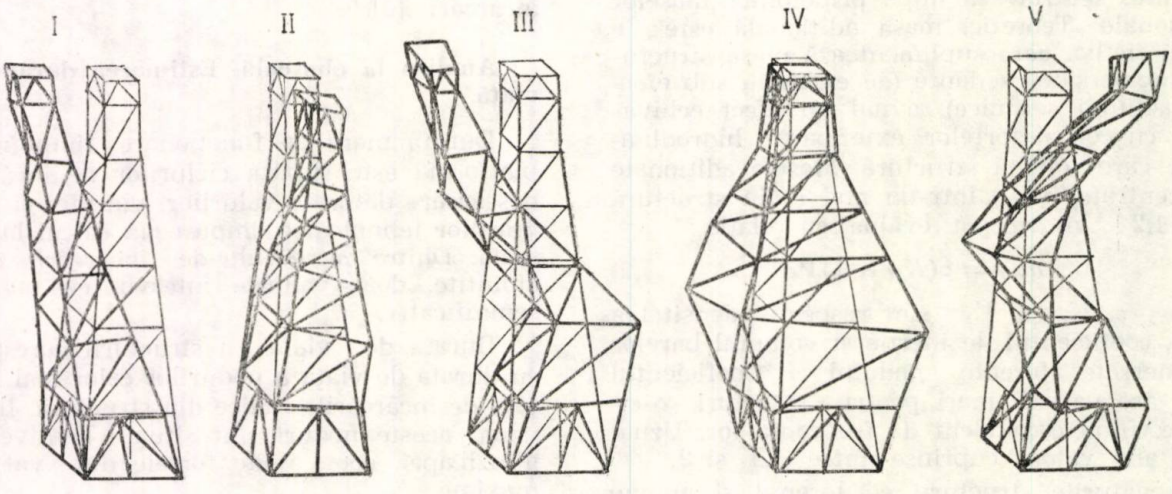


Fig. 5 Platformă pentru capete de erupție — primele cinci noduri proprii tridimensionale de vibrație.

a vătămărilor cu numărul de cicluri — Palmgreen-Miner. Conform acestui procedeu determinist, durata de viață a structurii se poate estima cu relația :

$$N_{DV} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{m} \frac{n(\Delta\sigma_i)}{N(\Delta\sigma_i)}} \qquad (3)$$

unde :

- N_{DV} este durata de viață a structurii exprimată în arii ;
- $i = 1,2 \ldots m$ reprezintă indicii nivelelor de încărcare considerate, corespunzătoare înălțimilor de val h_i $(i = 1 \ldots m)$;
- $\Delta\sigma_i = \sigma_i^{max} - \sigma_i^{min}$ este nivelul de efort „i", adică diferența maximă de eforturi înregistrată pe durata unui ciclu primar dat de un val de înălțime h_i (fig. 7) ;

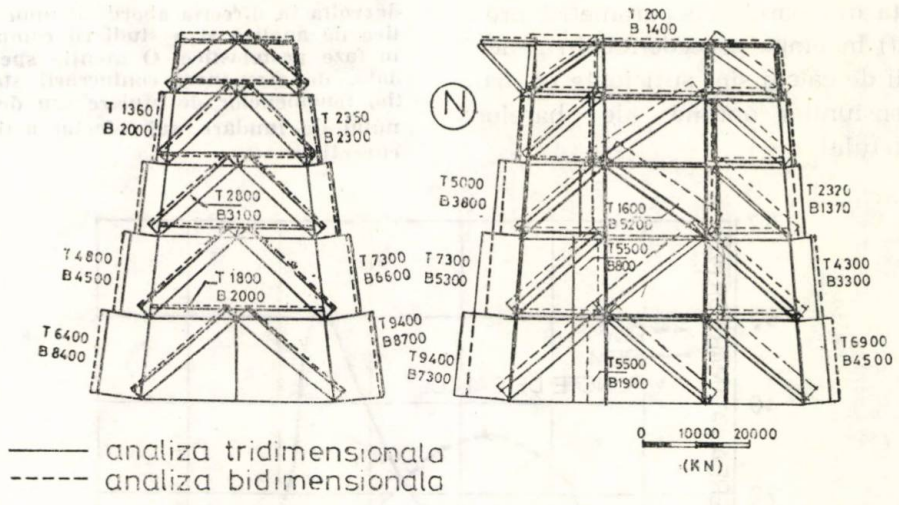


Fig. 6 Platformă fixă complexă — forțe axiale de răspuns spectral la un cutremur orizontal de 0,1 g în calculul bi și tridimensional.

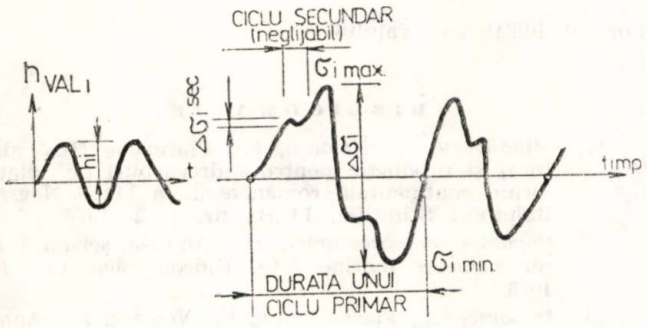


Fig. 7 Cicluri de eforturi corespunzătoare valului de calcul de înălțime h_i.

■ $n\ (\Delta\sigma_i)$ este numărul de solicitări anuale de nivel $\Delta\sigma_i$;

■ $N\ (\Delta\sigma_i)$ este numărul total de solicitări de nivel $\Delta\sigma_i$ care produc ruperea, determinat din curba caracteristică Wöhler.

Metodologia adoptată cuprinde următoarele etape de calcul :

— determinarea sau adoptarea curbelor Wöhler ;

— determinarea eforturilor σ_i^{max} și σ_i^{min} corespunzătoare diverselor înălțimi posibile de valuri $h_i\ (i = 1 \ldots m)$;

— estimarea duratei de viață a structurii.

Calculul stărilor de eforturi pe nod se efectuează prin metoda elementelor finite, în ipoteza comportării liniar elastice a materialului.

În figura 8 este ilustrată distribuția vătămărilor cu înălțimea valului de calcul, pentru un nod al platformei complexe studiate pentru Marea Neagră.

La estimarea duratei de viață s-au folosit — pentru comparație — atît normele norvegiene D.N.V., cît și date furnizate de Institutul Român de Cercetări Marine (I.R.C.M.). Se pot evidenția diferențe notabile atît în ceea ce privește frecvența de apariție a diverselor înălțimi de val, cît și — în consecință — a ponderii vătămărilor produse de valuri.

Durata de viață de 35 de ani, determinată după D.N.V., apare în aceste condiții ca optimistă, comparativ cu cei 20 de ani durată de viață determinați cu date I.R.C.M. — valoare considerată mai aproape de realitate.

Optimizarea dimensionării barelor

Pe baza eforturilor secționale (N — forță axială, T — forțe tăietoare pe două direcții, M_i, M_t — momente încovoietoare pe două direcții, moment de torsiune) rezultate din analiza statică și dinamică, se pot determina eforturile unitare și verifica stabilitatea la flambaj a barelor metalice tubulare care alcătuiesc structura jacketului. În literatură sînt dezvoltate mai multe metodologii pentru efectuarea analizei menționate, mai cunoscute fiind prescripțiile API (American Petroleum Institute) și DNV (Det Norske Veritas).

În calculul platformelor fixe studiate pentru Marea Neagră s-au aplicat normele DNV. Programul de calcul realizat permite evaluarea eforturilor și a stabilității la flambaj în bare solicitate cu încărcări diferite (forțe, presiuni, momente concentrate sau distribuite) și cu diverse legături la capete (articulații, încastrări). Cu același program se poate realiza o preoptimizare a dimensiunii barelor (D-diametru, t — grosime pereți), astfel ca gruparea cea mai defavorabilă de încărcări să conducă la o stare de efort apropiată efortului maxim admisibil.

Calculul de optimizare se desfășoară iterativ, o etapă de analiză cuprinzînd determinarea eforturilor secționale pe structura hiper-

statică, alcătuită din barele cu parametrii preoptimizați (D, t) în etapa precedentă. În general două iterații de calcul sînt suficiente pentru obținerea dimensiunilor optime ale barelor structurii jacketului.

dezvolta în direcția abordării unor metode probabilistice de analiză și a studierii comportării structurilor în faze postelastice. O atenție specială trebuie acordată, de asemenea, conlucrării structurii cu fundația, fenomenelor de afuiere sau de lichefiere a terenului de fundare, sub efectul acțiunii valurilor și a curenților.

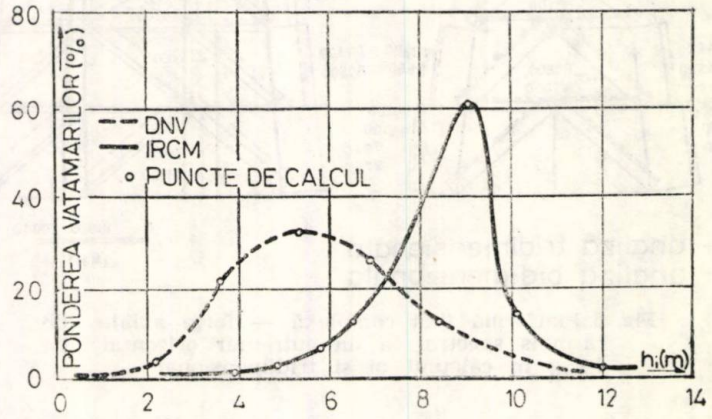


Fig. 8 Distribuția vătămărilor cu înălțimea valului de calcul.

Considerații finale

Pe baza materialului prezentat se pot reține următoarele :

— în prezent, ca rezultat al cercetărilor laborioase autohtone în domeniul calculului platformelor fixe marine, au fost asimilate și dezvoltate metode moderne de calcul și programe de calcul corespondente, care permit analize amănunțite și complete ale comportării statice și dinamice a acestori structuri. Aspecte specifice de comportare ca interacțiunea piloți-jacket, comportarea tridimensională, interacțiunea structură-lichid sau structură-lichid-fundație, analiza la oboseală, verificarea stabilității la flambaj și altele pot fi considerate în modelele actuale de calcul ;

— asimilarea și dezvoltarea în țara noastră a metodelor de calcul al platformelor fixe marine a dat posibilitatea ca proiectarea și calculul primelor platforme fixe marine românești pentru Marea Neagră să fie efectuată integral de specialiști români, realizîndu-se importante economii valutare ;

— în paralel cu datele ce se vor obține în exploatarea platformelor fixe aflate în prezent în stadii finale de execuție, metodele actuale de calcul se pot

BIBLIOGRAFIE

[1] *Mihăilescu, A., Nicoară, E.* : Platforme fixe de foraj și producție pentru hidrocarburi pe platforma continentală românească a Mării Negre. Buletinul Științific, I.C.B., nr. 1—2, 1978.

[2] *Popovici, A., Șuprovici, P.* : Analiza seismică a platformelor marine fixe, Hidrotehnica, nr. 9, 1978.

[3] *Popovici, A., Fierbințeanu, V., Nicoară, E.* : Analiza statică și dinamică a structurii metalice a platformelor marine fixe, Buletinul Științific, I.C.B., nr. 1—2, 1978.

[4] *Popovici, A.* : Considerații asupra analizei seismice tridimensionale a platformelor marine template. Revista de Mecanică Aplicată, nr. 1, 1984.

[5] *Brebbia, C. A.*: The analysis of off shore structures. Proceedings of the Annual Off shore Technology Conference, Houston, Texas, May, 1979.

[6] *Anderson, W. D., Silbert, M. N., Lloyd, R.*: Reliability procedure for fixed off shore platforms, Journal of the Structural Division. Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol. 108, No ST 11, November, 1982.

CZ : 621.24 : 621.22

Noi realizări constructive în optimizarea acționării directe a sapei pe talpă

Dr. ing. Iulian **GRĂDIȘTEANU**, ing. Alexandru **RĂDULESCU**, ing. Bogdan **NICOLESCU** — I.P.C.U.P. Ploiești

Introducere

Pentru acționarea directă a sapei pe talpă, fără intermediul mesei rotary și a prăjinilor de foraj, în țara noastră au loc vaste acțiuni de cercetare și asimilare a unor noi utilaje și echipamente cu eficiență economică ridicată care să corespundă criteriilor de optimizare a procesului de foraj. Ca și în alte țări constructoare de utilaj petrolier, eforturile de asimilare în țara noastră se desfășoară pe două planuri : asimilarea turbinelor cu reductoare și asimilarea motoarelor elicoidale pentru foraj.

Turbine de foraj cu turație redusă

Pentru obținerea unei turații reduse la arborele turbinei de foraj s-au efectuat cercetări privind scăderea turației fie prin utilizarea unor profile speciale la rotori și statori, fie prin creșterea numărului de etaje rotori-statori, fie prin blocarea arborelui cu rotori și rotirea mantalei exterioare cu statori. Aceste încercări au permis obținerea unor concluzii, potrivit cărora rezultă că turația nu poate scădea la nivelul valorilor turațiilor opționale pentru sapele cu conuri și pentru obținerea dislocării volumice a rocilor, fără a conduce la un regim de instabilitate funcțională a turbinei de foraj. Totodată, se obține și un randament redus (concomitent cu scăderea considerabilă a momentului), odată cu reducerea turației de ieșire, ceea ce denotă că aceste căi de ameliorare a caracteristicilor funcționale ale turbinelor de foraj nu sînt de viitor.

Cele mai promițătoare rezultate obținute pe plan mondial se referă la un ansamblu funcțional constituit dintr-o turbină de foraj, în construcție normală, și un reductor de turație, care să conducă la scăderea vitezei de antrenare a sapei, simultan cu creșterea momentului de torsiune dezvoltat la sapă.

Problema reducerii turației prin reductoare are două aspecte :

— pentru forajul de adîncime mare, cea mai bună soluție este folosirea unei turbine rapide și a unui reductor cu ulei închis ;

— pentru forajul de adîncime medie este indicată folosirea unui reductor deschis, care permite realizarea unei scheme compacte concomitent cu turații scăzute și o durabilitate mare a reductorului.

Puterea hidraulică se transformă în putere mecanică, după formula :

$$N = p_T Q = \frac{Mn}{-\eta T},$$

în care :

M — moment ;
v — viteza de rotație.

$$\frac{M}{n} = \frac{M_T}{n_x}\left(\frac{n_x}{n} - 1\right)$$

Regimul optim este cînd :

$$v = \frac{n_x}{\sigma + 1}$$

$$\frac{M}{n}\ (\text{optim}) = \frac{M_T}{n_x}\sigma$$

unde :

M_T — momentul de frînare a turbinei ;
n_x — viteza de mers în gol la debitul Q ;
σ — coeficient de circulație în regim optim al turbinei.

Raportul $\frac{M_T}{n_x}$ crește la turbinele lente de serie, prin micșorarea numărului de rotații, iar la turbinele rapide prin îmbunătățirea formei hidrodinamice și mecanice a paletelor. Mărirea raportului $\frac{M_T}{n_x}$ se realizează cel mai bine prin mijloace mecanice de reducere a turației. Raportul $\frac{M_x}{n_x}$ crește cu creșterea raportului de transmitere al reductorului i.

Deosebirea esențială este schimbarea momentului de răsucire a maselor în mișcare.

La turbinele cu reductor, posibilitatea creșterii momentului de răsucire este cu i^2 mai mare, decît la turbine fără reductor. Înseamnă că momentul de răsucire al turbinei cu K_p — număr de secțiuni este de i^2 (K_p/K) ori mai mare decît momentul de răsucire al turbinei cu K număr de secțiuni.

În figura 1 sînt reprezentate posibilitățile de îmbunătățire a caracteristicilor turbinei, într-un regim constant Q, în axele de coordonate $n - M$. Dacă se ia ca unitate momentul de frînare și turația de mers în gol, la o turbină lentă $n = \frac{n_a}{2}$ la randament maxim, viteza de mers în gol va fi $n_x = a$, iar momen-

tul de frînare va fi de a ori mai mare. Randamentul maxim al turbinei va fi :

$$n = \frac{a}{\sigma + 4}$$

Dacă micşorăm viteza turbinei pînă la mărimea $n_p = \frac{a}{b}$, atunci mărimea raportului $\frac{M_T}{n}$, la regimul $n = n_p/2$ care caracterizează turbina este :

$$\frac{M_T}{n_p} = b$$

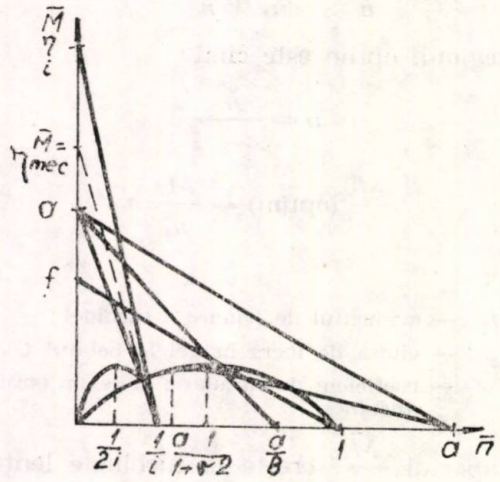


Fig. 1 Caracteristicile turbinelor în condiţiile diferitelor posibilităţi de scădere a vitezei de rotaţie.

Mărimea coeficientului b caracterizează frînarea şi poate avea pînă la valoarea 2, adică momentul caracteristicii turbinei se poate mări de două ori, dar se va micşora randamentul.

Randamentul la ieşire este determinat de scăderea momentului la frînare, caracterizat de interacţiunea momentelor la o turaţie n astfel :

$$\eta_{\text{nec}} = 1 - \frac{b-1}{\sigma}$$

Randamentul turbinei este maxim şi mărimea momentului de răsucire prin frînare mecanică este indicată (îndeosebi la turbinele rapide), cînd $\sigma < 1$, conform relaţiei :

$$\eta_{\text{mec}} = \frac{a - b\bar{n}}{a - \bar{n}}$$

La un debit Q constant :

$$\bar{N} = \frac{\bar{M}\,\bar{n}}{\eta\, T}$$

$$\bar{N} = 1 + c\,\bar{n}$$

Randamentul hidraulic este :

$$\eta_h = \frac{(a - \bar{n})\,\bar{n}}{i + c\,\bar{n}}$$

η_h este randamentul maxim în regim :

$$\bar{n}_o = \frac{1}{c}\left(\sqrt{i + ac} - i\right)$$

În acelaşi timp, ţinînd seama de pierderile mecanice la frînare :

$$\eta_T = \eta_h \cdot \eta_{\text{mec}} = \frac{(a - n\bar{b})\,\bar{n}}{1 + c\bar{n}}$$

Randamentul η_T este maxim cînd :

$$\eta_{oT} = \frac{1}{c}\left(\sqrt{1 + \frac{ac}{b}} - i\right)$$

Pierderile de presiune în regim de randament maxim la turbina rapidă se calculează cu expresia :

$$\bar{N}_o = \sqrt{i + \frac{ac}{b}}$$

Momentul turbinei este :

$$M_t = \frac{a}{\sqrt{b + ac}}$$

Prin scăderea de i ori a vitezei de rotaţie a turbinei, cu ajutorul unui mecanism reductor ideal, momentul de frînare creşte de i ori, iar regimul randamentului maxim se deplasează în punctul $n = i/2$.

Dacă $M_T = a$ la debitul Q, atunci numărul de etaje al turbinei K se poate micşora pînă la K_p astfel :

$$K_p = \frac{a}{i} K$$

Căderea de presiune a turbinei cu reductor este :

$$\bar{N}_p = \frac{a}{i} N_{\text{supl}}$$

Căderea de presiune în turbină în comparaţie cu posibilitatea de frînare a turbinei rapide este :

$$\Delta\bar{N} = \bar{N}_{\text{supl}}\left(1 - \frac{a}{i}\right)$$

Pentru determinarea caracteristicii reductorului turbinei, în locul mărimii i trebuie utilizată mărimea $\bar{i}$ dinamică :

$$\bar{i} = \eta_{\text{mec}}\, i$$

Dacă la reductoare $\eta_{mec} < 1$, $Q =$ constant și $N_{supl} = 1$, momentul trebuie să fie $a < M_T < i$, considerînd a o valoare sub care nu mai este indicată folosirea reductorului.

Dacă $M = M_{T2}$ și $\bar{n} = i/2 \longrightarrow \eta_{mec} = 1$

Dacă $M = a/2$ și $\bar{n} = i/2 \longrightarrow \eta_{mec} = a/i$

Principala condiție care trebuie să o satisfacă turbina cu reductor este asigurarea momentului de frînare la ax $M_T > a$.

Dacă la turbinele cu reductor cu ulei închise $\eta_{mec} = 0{,}85 \div 0{,}90$ este asigurată condiția $M_T = a$, în cazul cînd raportul $i = 2{,}5 \div 3$, la reductoarele deschise nu se asigură această condiție.

Între i și η_{mec}, la care este sesizabilă creșterea dinamicității transmisiei și deci și a capacității reductorului turbinei, există o interdependență.

În figura 2 este prezentată dependența dintre η_{mec} și i pentru diferite scheme cinematice de reductoare.

$$\eta_{mec} = i^{-x}$$

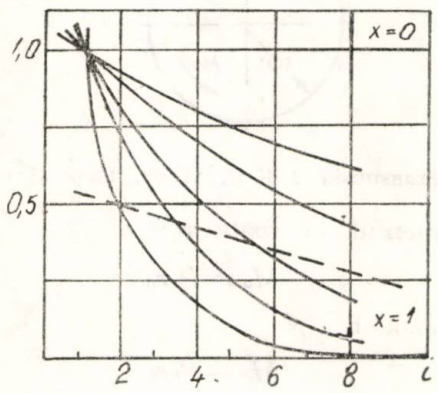


Fig. 2 Dependența randamentului reductorului de raportul de transmitere.

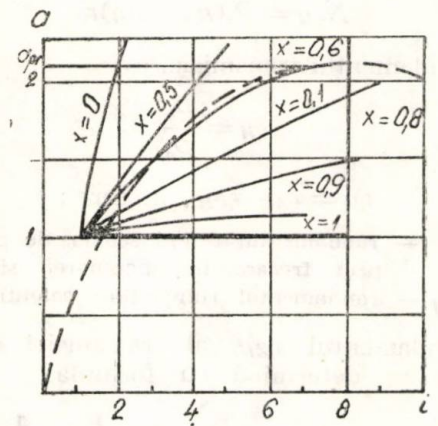


Fig. 3 Determinarea raportului de transmitere al reductorului.

În figura 3 este reprezentată dependența:

$$Q = i^{1-x}$$

Domeniul de folosire a reductoarelor este între $x = 0$ și $x = 1$.

Se poate, din figura 3, găsi pentru $Q = 2$ și $x = 0{,}6$, raportul de transmitere $i = 6$.

Reductoarele cu ulei trebuie să asigure o bună ungere, să fie etanșe, realizînd o încărcare mare a turbinei. Reductoarele deschise trebuie să prezinte o schemă cinematică, aptă să asigure încărcarea maximă a turbinei.

Scheme cinematice de reductoare pentru turbine. Sînt prezentate cîteva scheme de reductoare cu roți dințate.

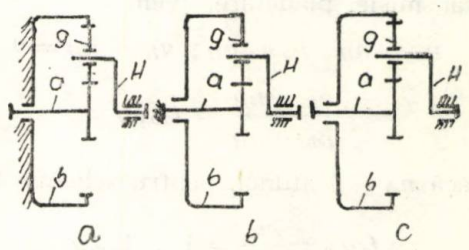


Fig. 4 Schema cinematică a reductorului 2 K-H.

În figura 4 este arătată schema unui reductor planetar cu un rînd 2K—H, cel mai răspîndit tip.

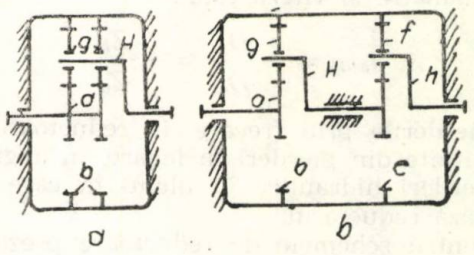


Fig. 5 Variante la transmisia 2 K-H.
a — transmisie pe 2 rînduri cu o treaptă ; b — transmisie pe 2 trepte.

În figura 5 este arătată schema unui reductor cu o treaptă, pe două rînduri.

Schemele prezentate au caracteristic că, în raport cu brațul port-satelit, roțile principale se rotesc în sens invers ($i_H < 0$).

În figura 6, **a**, **b** și **e** sînt roțile principale, iar brațul port-satelit **H** servește numai fără a prelua moment.

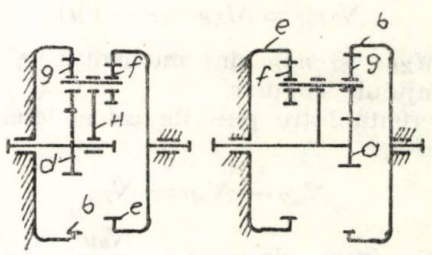


Fig. 6 Scheme cinematice ale transmisei 3 K K-H-V.

Transmisia **K — H — V** (fig. 6) se deosebeşte de 2K—H, prin absenţa celei de a doua roţi centrale, rol îndeplinit de **V** şi **W** şi satelitul **a**. Această schemă nu s-a aplicat, dar poate fi aplicată la reductoare deschise.

Principalii parametrii ai reductoarelor sînt :
— raportul de transmitere ;
— raportul vitezelor unghiulare.

$$i_{ab} = \frac{n_a}{n_b} \quad i_{ba} = \frac{n_b}{n_a} = \frac{1}{i_{ab}}$$

Pentru transmisia planetară, raportul de transmitere determină relaţia vitezei de deplasare a celor două roţi, în raport cu a treia.

Dacă notăm cu n_a, n_b şi n_H turaţiile roţilor transmisiei planetare, avem :

$$n_a - n_H ; \; n_b - n_H ; \; n_H - n_H = 0$$

$$\frac{n_a - n_H}{n_b - n_H} = i_{ab \cdot H}$$

Dacă $n_b = 0$ atunci, pentru schema 2K—H

$$i_{aH,b} = \frac{n_a}{n_H} = 1 \ldots 1_{ab,H}$$

$$i_{Hab} = \frac{1}{1 - i_{abH}}$$

Pentru schema 2K—H (fig. 7), legătura între diametre şi viteză este :

$$i_{abH} = -\frac{D_b}{D_a} = -\frac{Z_b}{Z_a}$$

Pierderile prin frecare în reductoare sînt constituite din pierderi în lagăre, în angrenaje şi pierderi hidraulice în uleiul în care funcţionează reductorul.

Pentru schemele de reductoare prezentate, vom examina modul de determinare a randamentelor acestora. Dacă notăm cu :

N_{Tp} — pierderea de putere totală ;
N_Z — pierderea de putere în angrenaje ;
N_p — pierderea de putere în lagăre.

rezultă $\eta_{mec} = 1 - \frac{N_{Tp}}{N}$, în care N este puterea transmisă de la turbină la reductor.

Dacă η_h este randamentul angrenajului, planetara stă şi N_H este puterea în angrenare :

$$N_{ZBH} = M_{ZB}(n_{ZB} - n_H)$$

unde M_{ZB} şi n_{ZB} sînt momentul şi turaţia angrenajului singular.

Diferenţa între puterile celor două angrenaje este :

$$N_{aH} - N_{bH} = N_{Tp}$$

şi relaţia între ele este : $\frac{N_{bH}}{N_{aH}} = \eta_H$

Pierderea prin frecare în roata conducătoare a este :

$$N_{Tp} = N_{QH} \cdot \psi_H$$

Coeficientul : $\psi_H = 1 - \eta_H$

$$\eta_{mec} = 1 - \frac{N_{aH}}{N_a} \cdot \psi_H = 1 - (1 - i_{Hab})\psi_H =$$

$$= 1 - \psi_H\left(1 - \frac{1}{i_{aHb}}\right) = 1 - \frac{\psi_H}{i + |i_{baH}|}$$

În acest mod, randamentul transmisiei planetare depinde de raportul de transmitere şi de coeficientul de pierdere ψ_H care este caracteristic pierderilor în angrenajele şi în lagărele transmisiei simple.

Dacă luăm transmisia 2K — H cu roata b, care nu se deplasează (fig. 7) se scrie :

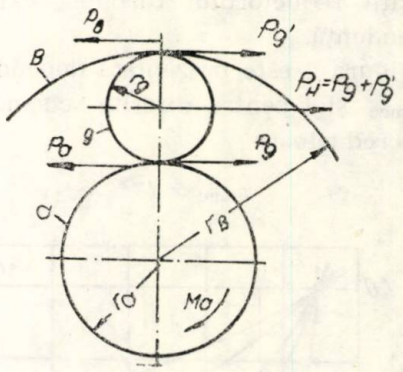


Fig. 7 Transmisia 2 K-H, viteze, forţe şi momente.

Momentul la roata **a** :

$$M_a = P_a r_a$$

şi la roata **b** :

$$M_b = P_b r_b$$

Puterea în angrenaje este :

$$N_{bH} = P_b(n_b - n_H) r_b$$

$$N_{aH} = P_a(n_a - n_H) r_a$$

Randamentul transmisiei este :

$$\eta_H = \frac{P_b}{P_a}$$

$\eta_H = \eta_{ZH} \cdot \eta_{PH}$, în care :

η_H — randamentul ţinînd seama de pierderea prin frecare în angrenarea simplă ;
η_{PH} — randamentul rulmenţilor sateliţilor.

Randamentul η_{ZH} al transmisiei cu roţi dinţate se determină cu formula :

$$\eta_{ZH} = 1 - \psi_{ZH} \approx 1 - 2{,}3f\left(\frac{1}{Z_1} \pm \frac{1}{Z_2}\right),$$

unde semnul + este cînd angrenarea este exterioară, iar — cînd este interioară. iar f este un coeficient de frecare cu caloarea 0,004÷0,1.

Piederea de putere în lagărele sateliților este :

$$N_{Tp}P_H = P_H f_p r(n_g - n_H),$$ în care :

f_p — este coeficient de frecare în lagăr ;

r — raza lagărului ;

n_g — turația satelitului.

$$\eta_{pH} = 1 - \frac{N_{Tp}P_H}{N_{aH}} = \frac{1 - f_p \cdot \frac{r}{r_g}}{1 + \eta_{ZH} \cdot f_p \cdot \frac{r}{r_g}}$$

La utilizarea rulmenților oscilanți la sateliți, coeficientul $f_p = 0{,}002 \div 0{,}02$.

Dacă brațul satelitului este conducător. atunci pentru transmisiile K — H — V și 2 K — H, cu $i_H > 0$, mărimea lui η_p este :

$$\eta_p = 1 - \frac{N_{Tp}P_H}{N_H} = 1 - f_p \frac{r}{ei(f_p + 1)}$$

în care e este raza de rotație descrisă de axul satelitului.

În figura 8 pentru transmisia K—H—V.

$$\eta_p = 1 - f_P \frac{R}{ei_{Hab}}$$

Randamentul reazemelor este $\eta_o = 1 - f_o \cdot \frac{R}{e}$,

unde ·

R este raza reazemului ;

f_o — coeficient de frecare în reazem.

Pentru schema din figura 5, cu danturi în evolventă cu dinți drepți, la condițiile :

$$Z_a = 39 \; ; \; Z_b = 75 \; ; \; Z_g = 17 \; ; \; m = 2$$

$$D_{ea} = 82{,}66 \; ; \; D_{eb} = 147{,}44 \; ; \; D_{eg} = 40{,}26,$$

rezultă rapoartele de transmisie $i_{abH} = -1{,}92$, $i_{aHb} = 2{,}92$, coeficientul de frecare $f = 0{,}1$ și radamentele finale $\psi_{ZaH} = 0{,}021$, $\psi_{ZbH} = 0{,}012$ și $\eta_{ZH} = 0{,}967$.

Pentru randamentul total (fig. 5), luînd $f_p = 0{,}01$. avem :

$\frac{r}{r_g} = 0{,}5$ și rezultă : $\eta_{PH} = 0.99$

Randamentul hidraulic are valoarea :

$$\eta_H = 0{,}967 \cdot 0{,}99 = 0.96$$

Rezultă valoarea coeficientului ψ_H:

$$\psi_H = 1 - 0{,}96 = 0{,}09$$

$$\eta_{mec} = 0{,}97$$

În figura 8 se poate observa dependența η_{mec} a reductorului 2 K—H, cu $i_H > 0$, de raportul de transmitere. Se vede că prima schemă cu $i_H < 0$ este mai avantajoasă la reductorul cu ulei, închis.

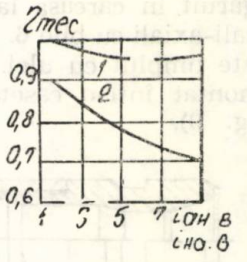


Fig. 8 Randamentul η_{mec} la schema K-H-V : $1 - i_H < 0$; $2 - i_H > 0$.

Pentru reductoarele deschise, schema 2 K-H, permite realizarea unui reductor cu un număr mare de pinioane, care pot fi încărcate pe toate treptele, pînă la sarcina permisă unei funcționări normale. În condițiile reductorului deschis, deci cu ungere abrazivă, schema 2 K — H, cu $i_H > 0$, are avantajul, că permite folosirea unor roti cu modul mare, deci cu gabarit mare.

Motoare elicoidale de fund

Soluția pentru obținerea unor turații reduse, concomitent cu un moment mare la sapă, este realizarea motoarelor elicoidale, la care, fiind mașini hidraulice volumetrice, turația este funcție numai de debit, iar momentul — numai de căderea de presiune din motor.

Principiul de funcționare al acestor motoare volumetrice constă în obținerea mișcării de rotație a unui rotor, în care sînt practicate canale elicoidale, față de un stator care are un număr de canale elicoidale mai mare cu unu, decît numărul canalelor rotorului. Prin circulația fluidului de foraj, în lungul acestor canale elicoidale care creează camere cu presiune mare în opoziție cu camerele fără presiune, se obține rotația rotorului poziționat excentric față de axa statorului. Cantitatea de mediu fluid cuprinsă între rotor și suprafața interioară a statorului este deplasată axial, la fiecare revoluție a rotorului cu pasul statorului.

Sarcina axială rezultă din acțiunea presiunii pe elementele active ale motorului și din apăsarea pe sapă este preluată de un lagăr axial-radial cu rulmenți.

În secțiune frontală dinții rotorului și ai statorului sînt realizați prin racordarea a două curbe ; capul dintelui este o epicicloidă, iar fundul dintelui o hipocicloidă.

Pentru obținerea unei mișcări cu sensul de rotație dreapta, suprafețele elicoidale ale rotorului și statorului sînt stînga.

De la rotori, momentul se transmite printr-un cuplaj cardanic 3, la arborele lagărului radial-axial 8, care prin intermediul unei reducții transmite mișcarea la sapă. Cuplajul cardanic permite mișcarea excentrică a rotorului față de arborele lagărului, care este centrat și lăgăruit în carcasa lagărului 7 prin rulmenții radiali-axiali cu bile 6.

Lagărul este umplut cu ulei. Un pachet de etanșare 4 montat într-o casetă 5 realizează etanșarea (fig. 9).

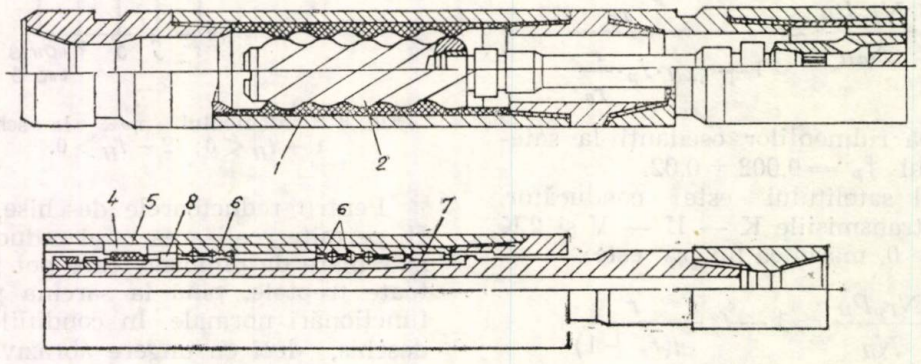


Fig. 9

În cele ce urmează se vor folosi următoarele notații :

Z_1 — numărul de începuturi ale statorului ;
Z_2 — numărul de începuturi ale rotorului ;
e — excentricitatea rotor-stator [mm] ;
r_1 — raza ruletei capului dintelui [mm] ;
r_2 — raza ruletei piciorului dintelui [mm];
D_e — diametrul exterior al statorului [mm] ;
D_m — diametrul mediu al statorului (pe care rulează ruletele de rază r_1 și r_2) [mm] ;
D_i — diametrul interior al statorului [mm] ;
d_e — diametrul exterior al rotorului [mm];
d_m — diametrul mediu al rotorului (pe care rulează ruletele de rază r_1 și r_2) [mm] ;
d_i — diametrul interior al rotorului [mm] ;
S — suprafața ecluzelor (suprafața dintre rotori și statori [mm^2] ;
V_0 — volumul dobitat de motor — la o rotație completă [mm^3] ;
T — pasul statorului [mm] ;
t — pasul rotorului [mm] ;
n — turația rotorului și a sapei [rot/min] ;
n_B — turația brațului satelit [rot/min].

Statorul are un număr de începuturi mai mare cu 1 decît numărul de începuturi ale rotorului.

$$Z_1 = Z_2 + 1$$

Rotorul are o mișcare planetară de rotație în jurul axei sale cu turația n și de revoluție în jurul statorului cu turația n_B . Între aceste două turații există relația :

$$n_B = n\frac{Z_2}{Z_1 - Z_2} = nZ_2$$

Capul dintelui rotorului este o epicicloidă generată de un cerc de rază r_1, iar piciorul dintelui este o hipocicloidă generată de un cerc de rază r_2

Pentru ca profilul să fie continuu, trebuie să fie îndeplinite relațiile :

$$\pi d_m = 2\pi Z_2(r_1 + r_2)$$

$$\pi D_m = 2\pi Z_1(r_1 + r_2)$$

Cum excentricitatea motorului este diferența dintre diametrele medii ale rotorului și statorului avem :

$$e = (D_m - d_m)\cdot 0{,}5$$

înseamnă că :

$$e = r_1 + r_2$$

și

$$D_m = 2eZ_1 = 2e\ (Z_2 + 1)$$

$$d_m = 2eZ_2$$

Celelalte diametre au următoarele expresii :

$$D_e = D_m + 4r_1 = 2e\left(Z_2 + 1 + \frac{2r_1}{e}\right)$$

$$D_i = D_m - 4r_2 = 2e\left(Z_2 + 1 - \frac{2r_2}{e}\right)$$

$$d_e = d_m + 4r_1 = 2e\left(Z_2 + \frac{2n}{e}\right)$$

$$d_e = d_m + r_1 = 2e\left(Z_2 + \frac{2n}{e}\right)\frac{2r_2}{e}$$

$$d_i = d_m + 4r_1 = 2e(Z_2 - 1)$$

Dacă $r_1 = r_2$

$$D_e = 2e\ (Z_2 + 2)$$

$$D_m = d_e = 2e\ (Z_2 + 1)$$

$$D_i = d_m = 2eZ_2$$

$$d_i = 2e(Z_2 - 1)$$

Din condiția că pașii aparenți să fie egali, rezultă :

$$T = t\frac{Z_1}{Z_2}$$

Suprafața ecluzelor (suprafața dintre rotor și stator) are următoarea expresie :

$$S = \pi e^2(2Z_2 + 1) + 3\pi e(r_1 - r_2)$$

Volumul de lichid ce trece prin motor la o rotație complexă este :

$$V_0 = ST$$

Debitul de lichid ce trece prin motor este :

$$Q = \frac{V_0 n \cdot z_2}{60\eta_v} = \frac{ST \cdot n \cdot z_2}{60\eta_v} \quad [\text{l/sec}]$$

Volumul total de lichid, B are expresia ·

$$B = ST.Z_2 \quad [\text{dm}^3]$$

Momentul dezvoltat de motor este :

$$M_t = \frac{Z_2}{\pi} B \cdot p \cdot \eta_m \quad [\text{kgfm}], \text{ unde :}$$

p — presiunea din motor [bar] și
η_m și η_v reprezintă randamentul mecanic și randamentul volumetric al motorului.

Pot fi stabilite următoarele relații care permit determinarea performanțelor motorului funcție de caracteristicile geometrice, debitul Q și căderea de presiune p :

$$n = \frac{60 \cdot Q \cdot \eta_v}{B} \quad [\text{rot/min}]$$

$$M_t = \frac{5}{\pi} Bp\eta_m \quad [\text{kgfm}]$$

$$N = \frac{Qp}{7{,}5}\eta_v\eta_m \quad [\text{CP}]$$

Motoarele cu un număr redus de începuturi la rotor dezvoltă turații mari și momente mici. Pe măsura creșterii numărului de începuturi, se mărește momentul și se micșorează turația, datorită faptului că rotorul și statorul reprezintă un mecanism planetar cu raportul de transmitere Z_2.

Ca la toate motoarele volumetrice, se vede că turația nu depinde teoretic de momentul de rotație, fiind funcție de debit, iar momentul — de presiune.

În realitate, sub acțiunea forțelor hidraulice și de inerție, orientarea rotorului față de statori este inconstantă și se produc deformații radiale ale căptușelii elastice a statorului, care duc la redistribuirea strîngerii inițiale în perechea rotori-statori și la formarea jocului. Jocul are drept consecință începerea scurgerii lichidului din camerele active, cu presiune ridicată, în cele cu presiune scăzută. Aceasta se traduce printr-un randament volumetric care depinde de căderea de presiune p.

$$\eta_v = 1 - \frac{Q_s}{Q}$$

În care debitul de scăpări Q_s are următoarea expresie :

$$Q_s = \mu \cdot FL_F\sqrt{\frac{2gp}{\gamma(2C - 1)}} \quad [\text{l/s}], \text{ unde :}$$

$\mu = \frac{5}{10^5}$ coeficient de transformare ;
F — mărimea medie a fantei dintre rotori și statori [mm] ;
L_F — lungimea fantei [mm] ;
g — 9,8 m/sec^2 — accelerația gravitației ;
p — [kgf/cm^2] — căderea de presiune în motor ;
γ — [kgf/dm] — greutatea specifică a fluidului de lucru ;
$C = L/T$ — coeficientul de lungime ;
L — lungimea de contact între rotori și statori [mm] ;
T — pasul statorului [mm].

Cu creșterea numărului de începuturi se reduce mult lungimea organelor active și mărimea excentricității necesare (care la rîndul său limitează durabilitatea legăturii cardanice).

Astfel, utilizarea schemelor cu mecanism cu rotor prevăzut cu mai multe începuturi permite construirea, în limitele gabaritelor acceptabile, a gamei de motoare cu moment mare, care dezvoltă turații de 100—200 rot/min posedînd o mare capacitate de încărcare. Variind raportul de transmitere al perechii rotori-statori se poate realiza o reducere mare a turației arborelui lagărului și o mărire a momentului transmis.

Avantajul motoarelor elicoidale cu mai multe începuturi constă și în dependența mult mai mică dintre momentul de rotație și diametrul motorului.

Studiul prezintă secțiunile frontale rotori-statori 3—4 și 1—2. Secțiunea frontală 3—4 este secțiunea prin motorul românesc de 7.3/4 in și este realizată cu ruletele r_1 și r_2 egale. Secțiunea ecluzelor este în acest caz :

$$S = \pi e^2(2Z_2 + 1) = 7\pi e^2$$

În secțiunea frontală rotor-stator 1—2 sînt prezentate o secțiune frontală printr-un motor la care profilul este epicicloidă-hipocicloidă cu $r_1 = r_2$ (stînga) și secțiunea frontală printr-un motor de tip Dyna—Drill (dreapta).

Secțiunea ecluzelor la motorul epicicloidă-hipocicloidă (EH) este :

$$S_{EH} = \pi e^2(2Z_2 + 1) = 3\pi e^2$$

Secțiunea ecluzelor la motorul Dyna—Drill (DD) este :

$$S_{DD} = 4\ ed = 8\ c^2$$

După cum se vede $S_{DD} < S_{EH}$, deci pentru un același pas T un motor 1—2 EH realizează turații mai mici și momente mai mari decît un motor DD.

Gama de motoare propusă spre asimilare

Avînd în vedere cele prezentate, se propune pentru asimilare o gamă unitară de motoare elicoidale 3—4 prezentată în tabelul 1.

Gama propusă a fost gîndită pornindu-se de la modelul experimental al motorului de 7.3/4 in și se compune din cinci motoare, de la diametrul exterior minim de 3.1/2", la diametrul exterior maxim de 9.1/2 in, destinate să lucreze cu sape de la 108 mm, la 444,5 mm.

Caracteristici tehnice ale gamei de motoare propuse pentru asimilare

Tabelul 1

Criterii de calitate	U/M	Tipul motorului				
		3.1/2"	5"	6.3/4"	7.3/4"	9.1/2"
1. Caracteristici funcționale						
Performanțe la p = 9 bar, m = 0,8 și v = 1						
Debitul	[L/s]	7	18	30	31	45
Momentul	[Kgfm]	29	88	170	213	314
Puterea	[C.P]	7	17	29	30	44
Turația	[r/min]	160	140	120	100	100
Performanțe la p = 15 bar, m = 0,8 și v = 1						
Debitul	[L/s]	8	21	35	34	50
Momentul	[Kgfm]	49	147	283	356	425
Puterea	[C.P.]	13	34	56	55	81
Turația	[r/min]	180	160	140	110	110
2. Caracteristici constructive și tehnologice						
Diametrul sapei	[mm]	108,0-152,4	165,1-200	219,1-250,8	250,8-311,2	311,2-444,5
Diametrul exterior al motorului	[mm]	89	127	170	195	240
Diametrul exterior al carcasei	[mm]	75	110	148	165	205
Excentricitatea-e	[mm]	6	9	12,5	14	17
Lungimea motorului	[mm]	3275	4500	4900	5200	5400
Supraf. ecluselor-s	[mm]	792	1781	3436	4310	6355
Vol. echivalent B	[mm]	2,566	7,6939	14,8435	18,6192	27,4536
2.1. Rotorul						
Număr de începuturi	[mm]	3	3	3	3	3
Raza ruletei epicicloidei	[mm]	3	4,50	5,25	7	8,50
Raza ruletei hipocicloidei	[mm]	3	4,50	6,25	7	8,50
Diam. exterior	[mm]	48	72	100	112	135
Diam. mediu	[mm]	36	54	75	84	102
Diam. interior	[mm]	24	36	50	56	68
Pasul elicei T	[mm]	810	1080	1080	1080	1080
2.2. Statorul						
Număr de începuturi	[mm]	4	4	4	4	4
Raza ruletei epicicloidei	[mm]	3	4,50	6,25	7	8,50
Raza ruletei hipocicloidei	[mm]	3	4,50	6,25	7	8,50
Diam. exterior	[mm]	60	90	125	140	170
Diam. mediu	[mm]	48	72	100	112	135
Diam. interior	[mm]	35	54	75	84	102
Pasul elicei T	[mm]	1080	1440	1440	1440	1440

Lungimea motorului este de 3275÷5400 mm. Lungimea mică a motoarelor elicoidale le face foarte indicate pentru operațiile de deviere.

Excentricitatea motorului este de 6—17 mm. Au fost alese excentricități mici pentru a se obține uzuri reduse ale pieselor în mișcare relativă rotor-stator.

Razele ruletelor care generează epicicloida r_1 și hipocicloida r_2 sînt egale și variază de la 3 la 8,5 mm. Pasul elicei rotorului și pasul elicei statorului sînt pentru motoarele 5, 6.3/4, 7.3/4 și 9.1/2 in, de 1080 mm, respectiv la 1440 mm, iar pentru motorul 3.1/2 in, de 810, respectiv 1080 mm.

Fabricația motoarelor elicoidale de fund pe plan mondial *Tabelul 2*

Dimensiuni [mm] \ Țara sau firma producă-	S.U.A. NAVI-DRILL	S.U.A. DRILL	S.U.A. BAKER	U.R.S.S. VNIIBT	ANGLIA DRILLER	S.U.A. EAST MANN WHIPSTOCK
1.3/4 (44,5)	NAVY-DRILL 1.3/4					
2.9/16 (54)				D-54 2.9/64		
2.3/8 (60)	NAVY-DRILL 2.3/8					
2.3/4 (69,9)	N-D 2.3/4					
3.11/32 (85)				D-85 2.11/32		
3.3/4 (95,2)	N-D 3.3/4					
3.7/8 (98,4)		Delta 500 și 1000 3.7/8				
4.3/4 (121)	N-D 4.3/4					
5 (127)		Delta 500 și 1000 5	5	D-127 5		
6.1/4 (159)	N-D 6.1/4					
6.1/2 (165)		Delta 500 și 1000 6.1/2				6.1/2
6.3/4 (171,5)	N-D 6.3/4		6.3/4	D_2 -172M 6.3/4	D-172	
7.3/3 (196,8)		Delta 500 și 1000 7.3/4	7.3/4	D_1-195 7.11/16	D-195 7.11/16	7.3/4
8 (203,2)	N-D 8					
9.1/2 (241)	N-D 9.1/2					
9.5/8 (244,5)		Delta 500 9.5/8				
11.1/4 (286)	N-D 11.1/4					
12 (304,8)		Delta 500 12				

Performanțele motorului elicoidal au fost calculate pentru o cădere de presiune în motor de 15 bar, la turații diferite, luîndu-se un randament mecanic $\eta_m = 0{,}8$ și un randament volumetric $\eta_v = 1$. Debitele necesare antrenării motorului sînt de 8—50 l/s. Momentele dezvoltate sînt de 49—524 kgfm, iar puterile de 13—81 CP.

Cu aceste performanțe motoarele românești sînt comparabile cu produsele similare străine. Datorită construcției lor cu rotor cu mai multe începuturi, motoarele românești realizează performanțe de moment și putere superioare motoarelor Dyne-Drill, pentru căderi de presiune în motor inferioare celor de la Dyna-Drill.

O importanță deosebită în construcția motorului elicoidal românesc o are construcția lagărului axial-radial etanș. Efortul axial, rezultat din acțiunea presiunii pe elemente mobile, are valori mici și este preluat de lagărul motorului care preia și apăsarea pe sapă.

Lagărul este format din patru rulmenți axiali-radiali cu bile, înseriați pe arborele lagărului, care printr-un sistem de bucșe lucrează în paralel, doi cîte doi, divizînd în mod egal sarcina axială la numărul rulmenților.

Lagărul este umplut cu ulei și etanșat la capete cu un sistem de garnituri.

Legătura dintre rotor și axul lagărului este realizată printr-un cuplaj cardanic, care permite rotirea excentrică a rotorului față de arborele lagărului. Articulațiile cardanice sînt unse și protejate cu manșoane de cauciuc, astfel încît să nu vină în contact cu noroiul de foraj.

Gama dimensiunilor motoarelor elicoidale de fund pe plan mondial este arătată în tabelul 2. În continuare vom face o analiză comparativă între caracteristicile tehnice ale motoarelor românești și cele străine.

Lungimea. Motoarele Dyna-Drill DELTA 500 au lungimi de la 6030, la 6400 mm, iar DELTA 1000 de la 6550 la 8220 mm.

Motoarele Baker au lungimi de la 5060, la 6765 mm. Motoarele sovietice din seria D au lungimi de la 4500 la 6300 mm.

Motoarele românești din seria ME sînt cele mai scurte, cu lungimi de la 4500 la 5400 mm, ceea ce le face foarte indicate pentru forajul direcțional unde pentru obținerea devierii sînt necesare motoare scurte.

Debitele. Debitele necesare antrenării motoarelor Dyna-Drill sînt de la 15,8 la 28,4 l/s, motorului Baker de la 14,2 la 28,4 l/s și motorului D de la 15 la 35 l/s. Motoarele românești din seria ME au debite de la 18 la 31 l/sec. Debitele necesare antrenării motoarelor Dyna-Drill și Baker sînt ceva mai mici decît debitele cerute de motoarele D și ME.

Turațiile. La debitele menționate mai sus, care sînt destul de apropiate pentru cele patru tipuri de motoare, turațiile realizate de motoarele Dyna-Drill sînt de la 332 la 482 rot/min, de motoarele Baker de la 120 la 180 rot/min, de motoarele D de la 130 la 250 rot/min și de motoarele ME de la 110—180 rot/min. Este evident faptul că motoarele cu mai multe începuturi, Backer D și ME realizează turații mult mai mici decît motoarele Dyna-Drill.

Căderea de presiuni în motor. Căderea de presiune este pentru motoarele Dyna-Drill de la 25 la 34 bar, pentru motoarele Backer de la 17,6 la 22,8 bar, pentru motoarele D de la 50 la 60 bar și pentru motoarele ME de 15 bar. Cum uzurile motorului sînt direct legate de scăderea de presiune la care lucrează, s-a preconizat ca la început să se lucreze cu motoarele românești cu căderi de presiune mici (15 bar) urmînd ca, în funcție de comportarea lor în exploatare, această presiune să poată fi majorată pentru obținerea unor momente mai mari.

Momentul. Momentele dezvoltate de motoarele Dyna-Drill Delta 500 sînt de 65—157,2 kgfm, respectiv Delta 1000 de 74,5—285 kgfm. Momentele dezvoltate de motoarele Baker sînt de 96,8—290,4 kgfm, la motoarele D sînt de 120—530 kgfm și la motoarele ME de 147—356 kgfm. Se vede că motoarele cu mai multe începuturi (Backer, D și ME) dezvoltă momente mai mari decît motoarele cu un singur început.

Puterea. Motoarele Dyna-Drill DELTA 500 dezvoltă puteri de 43,5—74,4 CP iar DELTA 1000 de 54,4—137 CP. Motoarele Baker dezvoltă puteri de 24,3—48,7 CP, motoarele D dezvoltă puteri de 42—96 CP și motoarele ME dezvoltă puteri de 34—55 CP. Puterile motoarelor DELTA 500, Baker, D și ME sînt apropiate, fiind inferioare puterii maxime dezvoltată de motorul DELTA 1000.

Din analiza efectuată a rezultat că performanțele motoarelor românești ME sînt comparabile cu performanțele obținute de motoarele americane și sovietice. De asemenea, rezultă că este avantajoasă construcția motoarelor cu un număr mai mare de începuturi pentru obținerea unor turații mici și a unor momente mari.

CZ : 621.23

Soluții noi în construcția agregatelor de pompare pentru țiței din instalațiile de suprafață

Dr. ing. Iulian **GRĂDIȘTEANU**, ing. Alexandru **RĂDULESCU**, ing. Constantin **ONICĂ** — I.P.C.U.P. Ploiești

În condițiile actuale de economisire și folosire rațională a energiei și materiilor prime, una din căile pentru atingerea acestui deziderat este îmbunătățirea proceselor tehnologice la toate fazele de obținere și întrebuințare ale acestora.

În acest scop, în șantierele petroliere, se urmărește trecerea de la sistemul deschis de colectare, separare, tratare și transfer ale țițeiului, la sistemul închis, pentru a se reduce la maximum pierderile prin evaporare (care se ridică în general la circa 3—5% din volumul de țiței extras).

Tot pe aceeași linie, se știe că în șantierele petroliere, în diverse faze ale procesului tehnologic amintit, sînt necesare pompe pentru vehicularea amestecului apă-țiței, a țițeiului și a altor medii fluide.

Nu întodeauna sînt utilizate pompe adecvate, ca mod de funcționare și ca parametri dezvoltați (debite și presiuni). De cele mai multe ori, sînt utilizate pompe cu parametri superiori celor necesari, ceea ce duce la un consum mai mare de energie electrică.

Se impune, deci, o raționalizare a operațiilor de pompare, în principal prin adoptarea unor noi tipuri de pompe, care să poată realiza aceleași operații ca și cele utilizate în prezent, dar cu un consum mai mic de energie electrică, care să necesite un număr redus de intervenții, să aibă o siguranță sporită în exploatare, să fie ușoare și să se preteze la mecanizări sau automatizări ale proceselor tehnologice în cadrul cărora sînt integrate.

Trebuie menționat, de la început, că — dat fiind numărul mare de activități ce au loc în exploatările petroliere — domeniile de pompare (fazele care necesită pomparea) sînt foarte numeroase.

În figura 1 este schițat un parc de separatoare pentru colectarea a 4 sonde care intră în parc, prin conductele de amestec 1, putînd fi dirijate spre cele două separatoare 2 și 3 din care primul este pentru etalonare, iar al doilea pentru total. Separatorul de etalonare este legat de un rezervor 4 de capacitate mică (25 m³) în care se face măsurarea lichidului produs de sonda pusă la etalonare.

Țițeiul murdar (cu apă), colectat în parcurile de separatoare 1, 2, 3 (fig. 2), este evacuat cu ajutorul pompelor pe conducta colectoare 8 în instalația de curățire a țițeiului 5 (chimică sau electrică) montată la parcul central de rezervoare 4.

Din cele arătate se vede că țițeiul, după ieșirea din separatoarele din parc, este colectat și apoi transvazat de mai multe ori prin rezervoare, fiind supus la repetate pompări pe parcurs.

Mai există și alte sisteme de colectare, separare, depozitare și transport ale țițeiului.

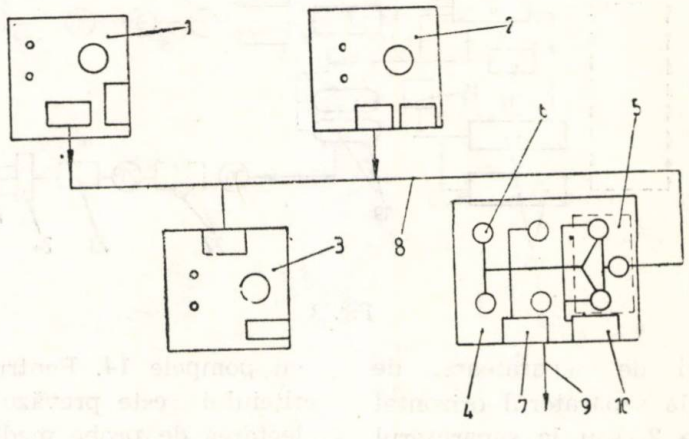


Fig. 1

Anterior s-au prezentat faze și scheme de principiu pentru sistemul deschis, care are inconvenientul că funcționează cu pierderi însemnate din cantitatea de țiței și gaze extrase inițial. De asemenea stocarea țițeiului în rezervoare conduce la îmbătrînirea emulsiei țiței-apă, ceea ce creează dificultăți în procesul de tratare a țițeiului la depozitul central. Se adaugă, la acestea, necesitatea instalațiilor complicate pentru prevenirea și stingerea incendiilor.

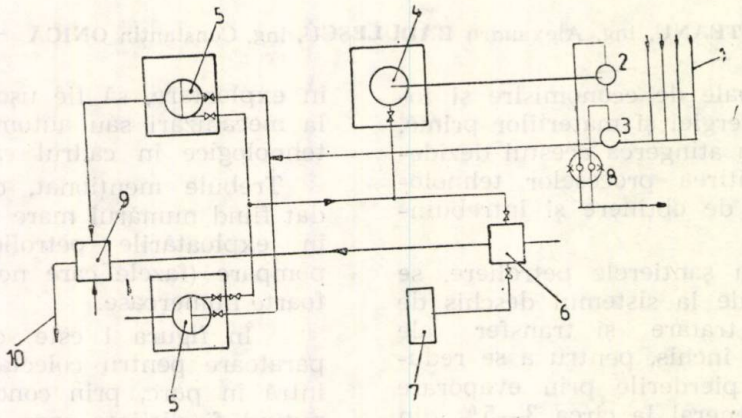


Fig. 2

În figura 3 se prezintă schema generală simplificată a instalației automatizate de colectare a țițeiului în sistem închis. Conductele de amestec **1** de la sonde aduc fluidul la colectorul parcului de separatoare, de unde poate fi dirijat la separatorul orizontal trifazic de etalonare **2**, sau la separatorul orizontal bifazic de total **3**. Lichidul separat se colectează la rezervorul cilindric orizontal tampon **4**. Țițeiul brut (cu emulsie) este condus la separatorul de lichid **5**, pentru separarea apei libere, trece mai departe prin schimbătorul de căldură **6**, se încălzește și intră, pe la partea de jos, în rezervorul de tratare și spălare **7**. La ieșirea din spălător, țițeiul trece printr-un monitor, care în mod automat dirijează țițeiul curat spre rezervorul **8**, iar țițeiul neconform, în rezervorul de țiței murdar **9**, de unde este retransmis în circuitul de curățire. Dacă pe acest circuit se produce o defecțiune, țițeiul se poate colecta în rezervorul **10**, pînă se repară defecțiunea. Pompele **11** evacuează țițeiul curat, prin instalația **12**. Pentru a asigura exactitatea măsurărilor, instalația este prevăzută cu un sistem de calibrare automată a debitmetrelor. Țițeiul este evacuat din instalație

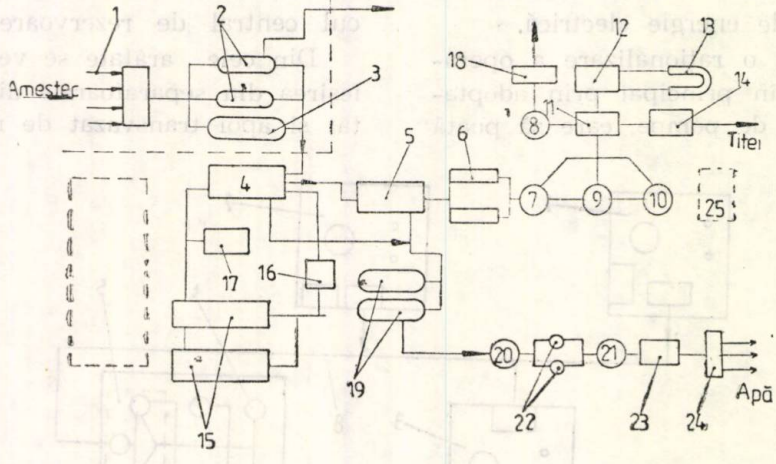


Fig. 3

cu pompele **14**. Pentru determinarea calității țițeiului este prevăzut un aparat pentru colectarea de probe medii, luate după program.

Comanda automată în tot sistemul (a robinetelor și dispozitivelor) se face pneumatic.

Echipamentul component al instalației de colectare, tratare și transport în sistem închis se poate grupa în trei ansambluri prin-

cipale : parcuri satelit de separatoare orizontale, instalația de tratare și pompare a țițeiului, instalația de epurare și injecție în strat a apelor reziduale. Tot echipamentul funcționează automat, îndeplinind o serie de funcții tehnologice : separarea și măsurarea fluidelor, tratarea emulsiei și eliminarea apei, etalonarea debitelor sondelor după program, recuperarea părților volatile și a gazelor din rezervoare, epurarea și filtrarea apei reziduale, măsurarea și transferul fluidelor la destinație. Țițeiul este pompat spre rafinărie, gazele trec spre stația de degazolinare și apa curată este pompată spre sondele de injecție.

De la sondele de producție și pînă la rafinăriile de prelucrare a țițeiului, acesta este vehiculat de mai multe ori, fiecare manipulare necesitînd pompări.

În exploatările petroliere se desfășoară o gamă largă de operații specifice, pentru fiecare dintre acestea fiind necesare tipuri de pompe, cu caracteristici ce variază în domenii largi.

Pentru creșterea randamentului exploatărilor, pentru fiecare fază și operația se impune stabilirea de utilaje adecvate și orientarea spre alte tipuri de pompe decît cele utilizate în prezent în exploatările petroliere din țara noastră.

Considerînd necesitățile de pompare, respectiv mediile de pompare, debitele necesare și presiunile cerute, se pot stabili game pentru presiuni și debite.

Pompele pentru pompările interne în parcuri trebuie să pompeze debite mici și medii, la presiuni reduse. Debitele sînt cuprinse între 2,8 l/s (10 m^3/h) și 14 l/s (50 m^3/h), iar presiunile sînt cuprinse între 2 și 6 (10) daN/cm^2.

În aceste condiții, pompele din parcurile de separatoare trebuie să poată pompa debite ce variază între 2,8 l/s (10 m^3/h) și 140 l/s (500 m^3/h) și să dezvolte presiuni ce variază între 8 daN/cm^2 și 55,40 daN/cm^2. Natural că debitele mari, de ordinul a 200, 500 m^3/h, pot fi vehiculate cu mai multe pompe conectate în paralel.

Pompele pentru operațiile de tratare a țițeiului (în vederea separării de apă sărată, pentru recircularea acestuia în vederea separării etc.) vor trebui să aibă debite destul de ridicate, de ordinul a 14 l/s (50 m^3/h), pînă la circa 56,0 l/s (200 m^3/h) și vor trebui să dezvolte presiuni cuprinse între 10 daN/cm^2 și 20 daN/cm^2.

Debitele ce se vehiculează în cadrul operațiilor de tratare o apei sărate sînt de ordinul a 14 l/s (50 m^3/h), pînă la 56 l/s (200 m^3/h), iar presiunile sînt cuprinse între 8 daN/cm^2 și 12 daN/cm^2.

Pompele pentru injecția de apă sărată în zăcămînt, pentru creșterea factorului final de recuperare a țițeiului, trebuie să acopere o gamă largă de debite și presiuni, diversitate determinată de natura condițiilor ce se pot întîlni în diferite schele de extracție. Se pot da ca cifre orientative pentru debite : 25—250 m^3/h iar pentru presiuni 10—40 daN/cm^2.

Pompele pentru pomparea țițeiului din parcurile centrale spre rafinării au parametrii, de asemenea, cuprinși între limite destul de largi, determinați de distanța parcurilor centrale față de rafinărie, de producția secției sau a schelei, de diametrul conductei de pompare etc.

Se pot da ca cifre pentru debite 14 l/s (50 m^3/h—140 l/s (500 m^3/h), iar pentru presiuni 40 daN/cm^2—100 daNcm^2, cu mențiunea că debitele peste 200 m^3/h și presiunile peste 50 daN/cm^2 sînt întîlnite mai rar. Se presupune că pentru asigurarea debitelor mari se va recurge la mai multe pompe.

În prezent exploatările petroliere folosesc pompele cu piston tip I 15 x 10 in sau 2 PN—400 pentru pomparea țițeiului din rezervoarele de total spre depozitele centrale) ; pentru vehicularea țițeiului se folosesc pompe centrifuge tip DN 125—80—200 livrate de Uzina de pompe „Aversa" București.

În cazul depozitelor de țiței izolate de traseul conductelor magistrale, se folosește și transportul țițeiului pe calea ferată prin cisterne. În acest caz, pompele (de regulă centrifuge) sînt de presiune mică (cca. 4—6 bari), dar cu debite care să asigure umplerea cisternelor în timpul normat de M.T.Tc.

Deoarece, în prezent, pentru pompările pe conducte magistrale se folosesc pompe de foraj, dimensionate pentru presiuni mari (150—400 bari), se impune înlocuirea acestora cu pompe care să asigure obținerea de presiuni de pînă la 64 daN/cm^2 și să acopere o gamă de debite de 50—250 m^3/h.

Pompele cu piston, adesea sînt folosite la valori ale parametrilor inferiori celor pe care îi pot asigura.

În plus, utilizarea pompelor cu piston, în anumite faze ale proceselor tehnologice specifice schelelor petroliere de extracție, duce la o serie de inconveniente derivate chiar din modul de funcționare a acestui tip de pompe.

Astfel pompele cu piston au un debit pulsatoriu și pentru reducerea acestor pulsații li se atașează amortizoare, prin care le crește greutatea și cresc posibilitățile de defectare.

La oprirea pompelor cu piston apare fenomenul de „lovitură de berbec" cu efecte negative asupra întregului sistem în care sînt cuprinse.

Din cauza calității cauciucului din care sînt confecționate pistoanele, întreruperile necesare pentru înlocuirea pistoanelor și supapelor sînt însemnate în economia de timp a funcționării pompelor.

La închiderea acidentală a unor ventile de pe circuitele hidraulice, pot apărea accidente capabile să scoată temporar din funcțiune circuitele, cu efecte nefaste asupra procesului tehnologic în care sînt încadrate pompele.

Operațiile de pornire a pompelor sînt puțin greoaie și nu se pot automatiza cu dotarea actuală din industria petrolieră.

O parte din aceste neajunsuri se pot înlătura prin utilizarea pompelor centrifugale. Dar din cauza unor limite tehnologice și funcționale și folosirea acestor pompe este limitată. În aceste condiții, par potrivite, pentru integrarea în procesele tehnologice ce se desfășoară în schelele petroliere de extracție, pompele elicoidale care înlătură o mare parte a neajunsurilor amintite, în condițiile găsirii și stăpînirii unor tehnologii de uzinare în principal a rotorilor și statorilor acestor pompe.

Pompele elicoidale sînt mașini hidraulice cunoscute (în unele lucrări) și sub denumirea de mașini hidraulice monoax, sau mașini hidraulice cu melc excentric.

Secțiunea frontală a rotorului este circulară.

Cantitatea de mediu fluid cuprinsă între rotor și suprafața interioară a statorului, de la aspirație pînă la refulare, este deplasată axial, la fiecare revoluție a rotorului, cu pasul statorului. În felul acesta, pompa poate debita fără pulsații fluide de vîscozitate mare, care pot conține incluziuni dure. Pentru a asigura o etanșeitate bună, se folosesc, pentru construcția statorului, materiale elastice.

Utilizarea acestui tip de mașină hidraulică, ca generator hidraulic (pompă) s-a extins foarte mult ,dotorită avantajelor sale, cum ar fi : debitul mare, lipsa de pulsații, utilizarea de lichide vîscoase. Astfel se explică dotarea, în creștere, cu astfel de pompe, a instalațiilor pentru stingerea incendiilor și a altor instalații care vehiculează lichide vîscoase la debite mari.

Necesitatea de a asigura, în timpul funcționării angrenajului, un număr de puncte de tangență între profilele dinților rotorului și statorului, pe toată lungimea acestora, impune ca ambele contururi închise constituite de profilele rotorului și statorului să fie curbe conjugate.

Această cerință se traduce și în necesitatea ca atît vîrful, cît și piciorul dintelui, să reprezinte curbe realizabile cinematic, legătura dintre profilele a doi dinți consecutivi neputîndu-se face cu arc de cerc, de elipsă etc., cum se procedează în cazul angrenajelor folosite în transmisiile mecanice.

Admițînd constatările făcute mai sus, putem elimina de la început, ca fiind necorespunzătoare, profilele formate dir arc de evolventă, sau arc de cerc.

Cunoscînd cerința ca profilele rotorului și statorului să fie conjugate, apare posibilitatea (satisfăcătoare) utilizării, pentru capul și piciorul danturii angrenajului, a curbelor cicloidale. În urma acestei constatări, s-au studiat posibilitățile pe care le oferă utilizarea, drept curbe de profilare a elementelor danturii (picior și cap), a epicicloidei și hipocicloidei. Pentru aceasta s-a luat în considerare faptul că piciorul, respectiv capul danturii, sînt formate din arc de hipocicloidă, respectiv epicicloidală, obținut prin rularea unor rulete pe același cerc de bază, acest cerc fiind cercul de rulare al statorului, respectiv al rotorului angrenajului planetar.

Din cauza modului de funcționare a acestor tipuri de pompe (rotorul execută în interiorul statorului o mișcare asemănătoare celei a unui mecanism planetar), antrenarea rotorului se face, de regulă, prin intermediul unui cadru, sau — la cele de puteri mici — prin intermediul unor tije lungi, elastice, asemănătoare barelor de torsiune.

Pompele elicoidale cuprind, ca piese principale, rotorul și statorul. Rotorul și statorul au profil elicoidal (fig. 4), vehicularea fluidului fiind asigurată de forma celor două piese și de mișcarea pe care rotorul o efectuează în interiorul statorului. Reproducînd un angrenaj rezultă că între rotor și stator există puncte de contact în secțiune frontală și de-a lungul lor.

Pentru realizarea presiunii, în orice secțiune frontală între rotor și stator trebuie să existe $z_1 + 1$ puncte de contact, în care z_1 este numărul de începuturi al elicei statorului.

În figura 5 și figura 6 se prezintă profilele unui stator și unui rotor, pentru un început al elicei la rotor și pentru două începuturi ale elicei la stator.

În amănunt, profilele frontale pentru rotori și statori cu mai multe începuturi, pentru pompe elicoidole, vor fi prezentate în cadrul proiectelor de execuție pentru aceste pompe.

Se arată, pentru exemplificare, profilele frontale ale unui rotor cu 3 începuturi și unui stator cu 4 începuturi în figura 7.

În această figură notațiile au următoarea semnificație :

r_1 = raza ruletei epicicloidei ;
r_2 = raza ruletei hipocicloidei ;
R_S = raza de rulare a statorului ;

R_R = raza de rulare a rotorului ;
e = excentricitatea dintre axul rotorului și axul statorului.

Se mai adoptă următoarele notații :

d — diametrul rotorului [mm] ;
z_1 — numărul de începuturi ale elicei statorului ;
z_2 — numărul de începuturi ale elicei rotorului ;
e — excentricitatea rotorului [mm] ;
t — pasul elicei rotorului [mm] ;
T — pasul elicei aparente a statorului [mm] ;
n — numărul de rotații al rotorului [rot/min] ;
Q — debitul pompei [m/h] ;
p — presiunea dezvoltată de pompă [daN/cm²];
N — puterea necesară la rotor.

Pentru calculul debitului pompelor elicoidale cu un început la rotor și 2 începuturi la stator se folosește relația :

$$Q[m^3/h] = 4e \cdot d \cdot T \cdot n \cdot 60,$$

în care $T = 2\ t$.

Puterea necesară la rotorul pompelor elicoidale cu 1 început la rotor și 2 începuturi la stator se calculează cu relația :

$$N = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{270} \eta, \text{ în care :}$$

N — puterea [C.P.] ;
Q — debitul [m³/h] ;

Debite și presiuni ce se pot obține cu pompele elicoidale

Tabelul 1

d	Z_1	Z_2	e	t	T	S	n	Q	Q	p	N	
[mm]	—	—	[mm]	[mm]	[mm]	[dm²]	[rot/min.]	[l/s]	[m³/h]	[daN/cm²]	[CP]	[KW]
40	2	1	5	120	240	—	740	2,37	8,52	40 20 10	15,77 7,87 3,94	11,60 5,80 2,90
45	2	1	5	130	260	—	740	2,89	10,34	40 20 10	19,15 9,57 4,80	14,00 7,00 3,52
50	2	1	5	150	300	—	740	3,70	13,32	40 20 10	24 66 12,33 6,16	18,20 9,00 4,53
55	2	1	6	170	340	—	740	5,54	19,92	35	32,28	23,73
60	3	2	6	200	200	0,0565	740	3,76	13,54	40 20 10	25,00 12,50 6,25	18,40 9,20 4,60
65	3	2	6	200	300	0,0565	740	4,18	15,05	16	11,20	8,20
70	3	2	6	210	315	0,0565	740	4,39	15,80	16	11,50	8,50
75	3	2	6	220	330	0,0565	740	4,60	16,60	16	12,30	9,00
80	3	2	7	240	360	0,077	740	6,83	24,62	20	22,80	16,76
90	3	2	7	300	450	0,077	740	8,55	30,70	35 20	49,80 28,42	36,60 21,00
85	4	3	7	270	360	0,108	740	14,38	51,80	60 35 20	143,8 83,9 48,0	105,80 61,70 16,00
90	4	3	7	300	400	0,108	740	16,00	57,50	60 35	160 93,4	117,50 68,60
95	4	3	7	330	440	0,108	740	17,60	63,30	60 35	175,8 102,5	129,30 75,50
100	4	3	7	390	520	0,108	740	20,8	74,80	60 20	207,8 69,3	152,8 51
85	5	4	8	290	350	0,181	740	31,25	112,50	60 20	312,5 104,2	230 76,6
90	5	4	9	320	400	0,229	740	45,20	162,70	60 20	452,0 150,6	332,0 110,8
95	5	4	10	360	450	0,283	740	62,80	226,2	35 20	366,50 209,40	269,50 154,00
100	5	4	10	400	500	0,283	740	70,00	251,3	40 20 10	465,0 232,5 116,30	342,00 170,90 85,50

H — presiunea, în metri coloană apă ;
γ — greutatea specifică a fluidului vehiculat [kg/dm³] ;
η — randamentul pompei.

Pentru calculul debitului pompelor elicoidale cu z_1 — numărul de începuturi al elicei statorului ($z_1 \neq 2$) și cu z_2 — numărul de începuturi al elicei rotorului ($z_2 \neq 1$) se folosește relația :

$$Q = \frac{S \cdot T \cdot n \cdot z_2}{60} \text{ [l/sec], în care :}$$

$$S = e^2(2z_2 + 1) \text{ și } T = \frac{z_1}{z_2} \cdot t$$

Pentru calculul puterii necesare la rotorul pompelor elicoidale cu z_1 începuturi ale elicei statorului ($z_1 \neq 2$) și cu z_2 începuturi ale elicei rotorului ($z_2 \neq 1$) se utilizează relația :

$$N = \frac{Q \cdot p}{7{,}5} \cdot \eta_v \eta_m \text{ [CP], în care :}$$

Q — l/s ;
p — presiunea [daN/cm²] ;
v — randamentul volumetric al pompei [%] ;
m — randamentul mecanic al pompei [%].

Luînd diferite valori pentru d, z_1, z_2, e, t, p și considerînd turația de antrenare $n = 750$ rot/min, s-au obținut diferite debite ce pot fi acoperite cu pompele elicoidale. Valorile astfel obținute sînt trecute în tabelul 1.

Se observă ușor că, adoptînd valori convenabile pentru parametrii de mai sus, se poate obține o gamă practic nelimitată pentru pompele elicoidale.

În cazul în care se reușește obținerea în condiții corespunzătoare a statorilor și rotorilor acestui tip de pompe, se poate organiza o fabricație care să satisfacă orice solicitare din partea schelelor petroliere de extracție, aceasta în domeniul de presiuni de la 0 la 60 daN/cm² și în domeniul de debite de la 8 m³/h pentru o singură pompă elicoidală. Pentru obținerea de debite mai mari de 250 m³/h, se pot cupla mai multe pompe, putîndu-se obține debite practic pentru toate necesitățile ivite în schelele de extracție.

Limitarea presiunii la acest tip de pompe este dictată de solicitările rulmenților care cresc mult cu presiunea (respectiv cu puterea de antrenare) avînd în vedere dimensiunile reduse ale rotorilor acestor pompe.

Pentru presiuni mai mari de 50—60 daN/cm², în special necesare la pompări ale țițeiului spre rafinării sau la injecția de apă în strat, se pot utiliza pompe cu plungere de tipul 3 PP (3 PP—400 ; 3 PP—800). Aceste pompe pot asigura debite ridicate la presiuni de pînă la 200 daN/cm².

Chiar dacă în prezent, în schelele de extracție petroliere presiunile de peste 60—70 daN/cm² se întîlnesc rar, este de presupus că în viitor (cu creșterea adîncimilor de foraj și cu creșterea distanțelor de rafinării a parcurilor centrale), ca urmare a posibilităților de a descoperi și pune în exploatare zăcăminte de țiței și în alte zone decît cele cunoscute în prezent, vor fi necesare în exploatarea țițeiului pompe care să poată dezvolta presiuni mai mari de 100 daN/cm².

În concluzie, se propun ca game de presiuni și debite pentru pompele elicoidale cele arătate în tabelul 1 :

Pentru debite mai mari de 275 m³/h, se pot cu-
— debite cuprinse între 8 și 275 m³/h.

Pentru debite mai mari de 275 m³/h, se pot cupla mai multe pompe elicoidale în paralel ; pentru presiuni mai mari de 60 daN/cm², se vor utiliza pompe cu plungere, care pot dezvolta presiuni de pînă la 200 daN/cm².

CZ : 621.25

Contribuții teoretice privind optimizarea constructivă a pieselor de uzură ale pompelor de foraj

Cand. șt. ing. Stanislav **LOVCEV**, ing. Oleg **SIDORENCO**
Dr. ing. Iulian **GRĂDIȘTEANU**, ing. Vladimir **GAVRILENCO** — I.P.C.U.P. Ploiești

Disponibilitatea pompelor de foraj, component de bază ale instalațiilor de foraj și ale procesului tehnologic de săpare a sondelor este dependentă strict de calitatea pieselor de schimb din partea hidraulică, respectiv de cuplul piston-cămașă și de supape. Pentru orientarea viitoarelor cercetări experimentale, sînt necesare unele aprofundări teoretice privind aceste piese de uzură.

A. Vom începe cu analiza curgerii nestaționare în spațiul dintre piston și cămașă la pompele de foraj. Se admit următoarele ipoteze :

— mișcarea este laminară ;
— vîscozitatea nu depinde de presiune ;
— curgerea este nestaționară.

Mișcarea pistonului este descrisă de legea sinusoidală ; conform ipotezei aproximative asupra cinematicii (fig. 1) :

$$u(t) = U_0 \sin \omega t, \text{ unde :}$$

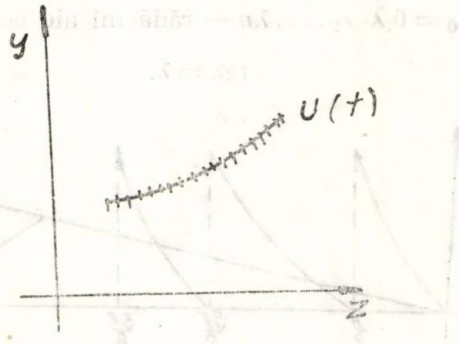


Fig. 1

U_0 — viteza maximă 1,6 m/sec ;
ω — viteza unghiulară a arborelui cotit $\simeq 1$ Hz, la pompele duplex.

Deoarece jocul dintre manșeta pistonului și bucșa cilindrică a cămășii este foarte mic în comparație cu lungimea pistonului, vom considera mișcarea plană.

Ecuația de mișcare și continuitate va lua forma :

$$\frac{dv_z}{dt_1} - \nu \frac{\partial^2 v_z}{\partial y} = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z} \tag{1}$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = O \tag{2}$$

$$\frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = O \tag{3}$$

în care :
V — este viteza de curgere în spațiul piston-cămașă ;
p — este presiunea de curgere în spațiul piston-cămașă.
Viteza în sistemul de coordonate legat de piston va fi : $V = Vz + U(t)$ sau
$Vz = V - u(t)$
Atunci :

$$\frac{dv_z}{dt_1} = \frac{dv}{dt} - u'(t) ; \quad \frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial p}{\partial x} ; \quad \frac{\partial v_z}{\partial z} = \frac{\partial v}{\partial x}$$

Ecuațiile (1), (2) și (3) iau forma :

$$\frac{dv}{dt} - u'(t) - \nu \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}(x,t) \tag{4}$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = O \tag{5}$$

$$\frac{\partial v_y}{ey} + \frac{\partial v}{\partial x} = O ; \frac{dv}{dt} = \frac{\partial v}{\partial t} + v\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} \tag{6}$$

Datorită vitezei mici se neglijează forțele de inerție :

$$\frac{dv}{dt} \cong \frac{\partial v}{\partial t}$$

Atunci ecuația (4), avînd în vedere relația (5), devine :

$$\frac{\partial v}{\partial t} - \nu \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} = U'(t) - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}(x,t) \tag{7}$$

În ecuațiile (6) și (7) notăm condițiile inițiale și la limită :

$$V = u(t),\ V_y = 0 \text{ la } y = 0$$

$$V = 0, \quad V_y = 0 \text{ la } y = h\ (x)$$

$$v = 0, \text{ cînd } t = 0$$
$$p = 0, \text{ cînd } x = 0$$
$$p = \Delta p, \text{ cînd } x = l$$

Înlocuim ecuația de continuitate (5) cu forma ei integrală :

$$\overline{h}(x) \int_0 v\,dy = q(t) \tag{8}$$

unde $q(t)$ este debitul de curgere în spațiul piston — cămașă în momentul t (cînd acesta este necunoscut),

Utilizăm transformata Laplace în plan complex :

$$L[V(x, y, t)] \Leftrightarrow V(x, y, s)$$

$$L[f(t)] = \int_0^\infty f(t)\, l^{-st} dt = \overline{f}(s)$$

$$p(x, t) \Leftrightarrow p(x, s)$$

$$q(t) \Leftrightarrow Q(s)$$

$$U(t) \Leftrightarrow U(s)$$

Atunci ecuațiile (7) și (8) devin :

$$s\overline{V} - \nu \frac{\partial^2 \overline{v}}{\partial y^2} = s\overline{U} - \frac{1}{\rho}\frac{d\overline{p}}{dx} \tag{9}$$

$$\int_0^{h(x)} \overline{v}\,dy = Q(s) \tag{10}$$

$$\overline{V} = \overline{U}(s), \text{ cînd } y = 0\ v = 0 \tag{11}$$

$$\overline{p} = 0 \text{ la } x = 0, \ \overline{p} = \frac{\Delta p}{\delta} \text{ la } x = l \tag{12}$$

În principiu ecuația (9) se rezolvă astfel:

$$\overline{V}=\overline{U}-\frac{1}{\rho s}\frac{d\overline{p}}{dx}+C_1 ch\frac{y\sqrt{s}}{\sqrt{\nu}}+C_2 sh\frac{y\sqrt{s}}{\sqrt{\nu}}$$

Satisfăcînd condiția (11) reies constantele c_1 și c_2. După simplificări se obține:

$$\overline{V}=\left(\overline{V}-\frac{1}{\rho s}\frac{d\overline{p}}{dx}\right)\left(1-\frac{sh\frac{y\sqrt{s}}{\sqrt{\nu}}}{sh\frac{\overline{h}\sqrt{s}}{\sqrt{\nu}}}\right)+\frac{1}{\rho s}\cdot$$

$$\cdot\frac{d\overline{p}}{dx}\cdot\frac{sh\frac{(\overline{h}-y)\sqrt{s}}{\sqrt{\nu}}}{sh\frac{\overline{h}\sqrt{s}}{\sqrt{\nu}}} \qquad (13)$$

Se introduce (13) în relația (10); după integrare și simplificare se obține expresia debitului de curgere în plan complex:

$$Q(s)=\frac{1}{\rho s}\cdot\frac{d\overline{p}}{dx}\left(2\sqrt{\frac{\nu}{s}}th\frac{\overline{h}\sqrt{s}}{2\sqrt{\nu}}-\overline{h}\right)+$$

$$+\overline{u}\left(\overline{h}-\sqrt{\frac{\nu}{s}}th\frac{\overline{h}\sqrt{s}}{2\sqrt{\nu}}\right)$$

de unde:

$$\frac{1}{\rho}\frac{d\overline{p}}{dx}=\frac{sQ(s)}{2\sqrt{\frac{\nu}{s}}th\frac{\overline{h}\sqrt{s}}{2\sqrt{\nu}}-h}-$$

$$-\frac{s\overline{u}(s)\left(\overline{h}-\sqrt{\frac{\nu}{s}}th\frac{\overline{h}\sqrt{s}}{2\sqrt{\nu}}\right)}{2\sqrt{\frac{y}{s}}th\frac{\overline{h}\sqrt{s}}{2\sqrt{\nu}}-\overline{h}}$$

sau

$$\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx}=S\frac{Q(s)}{h}\left(-1+\frac{th\mu a}{th\mu a-\mu a}\right)-$$

$$-s\overline{U}(s)\left(-1+\frac{1}{2}\frac{th\mu a}{th\mu a-\mu a}\right) \qquad (14)$$

în care:

$$\mu a=\frac{\overline{h}\sqrt{s}}{2\sqrt{\nu}} \qquad \sqrt{s}=\frac{2\sqrt{\nu}\cdot\mu a}{\overline{h}} \qquad (15)$$

Se obține originalul funcției

$$F(s)=\frac{th\mu a}{th\mu a-\mu a}$$

în care μa este dat de (15). Funcția $F(s)$ este o funcție meromorfă în planul complex în care este definită, de aceea la transformarea din plan complex în plan real, funcția $f(t)$ se deduce din teorema a doua de descompunere. Extremitățile ei se deduc ca rădăcini ale ecuației:

$th\mu a=\mu a$, sau $tg\,\lambda=\lambda\,(\mu a=i\lambda)$, iar

$\lambda_0=0,\lambda_1,\lambda_2\ldots\lambda n$ — rădăcini ale ecuației

$$tg\lambda=\lambda.$$

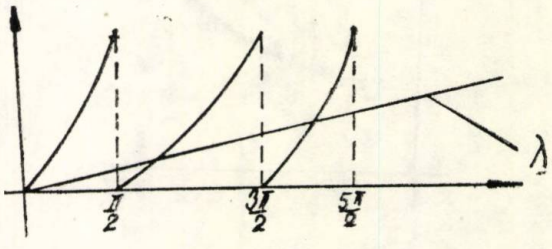


Fig. 2

Astfel din (15) rezultă:

$$S_0=0\,;\,Sn=\frac{-4\nu\lambda^2 n}{\overline{h}_2}$$

$$Re S_{s0}[\exp(s(t)F(s)]=\lim_{s\to 0}\exp s(t)\frac{sth\mu a}{th\mu a-\mu a}=$$

$$=\lim_{\mu a\to 0}\frac{4\nu\mu^2 ath\mu a}{\overline{h}^2 th\mu a-\mu a}=$$

$$=\frac{4\nu}{\overline{h}^2}\lim_{\mu a\to 0}\frac{\mu_a^3}{\mu_a-\frac{1}{3}\mu_a^3+\ldots.\mu_a}=-\frac{12\nu}{\overline{h}^2}$$

$$Re S_{sn}[\exp(s(t)F(s)]=$$

$$=\lim_{s\to s_n}\exp\,(s(t)\frac{(S-S_n)th\mu a}{th\mu a-\mu a}=$$

$$=\exp\,S_n(t)\frac{4\nu^2}{\overline{h}^2}\lim_{\mu a\to\mu_\nu}\frac{(\mu_a^2-\mu_u^2)th\mu a}{th\mu a-\mu a}=\frac{4\nu^2}{\overline{h}^2}\cdot$$

$$\cdot\exp\,Sn(t)th\mu_u\lim_{\mu a\to\mu_u}\frac{2\mu a}{\frac{1}{ch^2\mu a}-1}=$$

$$=\frac{8\nu^2}{\overline{h}^2}\exp\,S_n(t)\frac{\mu a th\mu_u}{th^2\mu_u}=-$$

$$-\frac{8\nu^2}{\overline{h}^2}\exp\left(-\frac{4\nu\lambda nt}{\overline{h}^2}\right)$$

Se obține în continuare :

$$f(t)=-\frac{12\nu}{\bar{h}^2}-\frac{8\nu}{\bar{h}^2}\sum_{n=1}^{\infty}\exp\left(-\frac{4\nu\lambda^2 nt}{\bar{h}^2}\right)=-$$

$$=-\frac{12\nu}{\bar{h}^2}\left[1+\frac{2}{3}\sum_{n=1}^{\infty}\exp\left(-\frac{4\nu\lambda^2 nt}{\bar{h}^2}\right)\right] \quad (16)$$

chiar dacă

$$\nu=10^{-6}\mathrm{m}^2/\mathrm{sec}\,;\ \bar{h}=1\mathrm{mm}=10^{-3}\mathrm{m}\,;$$

$$t=1\,\mathrm{sec}\,;\ \lambda_1\cong 5$$

$$\frac{4\nu\lambda_1^2 t}{\bar{h}^2}=10^2$$

membrii șirului, exceptînd cel egal cu 0, sînt mici chiar la timpi mai mari de 1 sec. Rezultă aproximativ :

$$f(t)=-\frac{12\nu}{\bar{h}^2}\ \text{și}\ F(s)=-\frac{12\nu}{\bar{h}^2 s}$$

Înlocuind în (14) se obține :

$$\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx}=-SQ(s)\left(\frac{1}{\bar{h}}+\frac{12\nu}{\bar{h}^3 s}\right)+SU(s)\left(1+\frac{6\nu}{\bar{h}^2 s}\right)$$

integrînd, rezultă :

$$\frac{1}{\rho}p=-SQ(s)\left(\int_0^x\frac{dx}{\bar{h}}+\frac{12\nu}{s}\int_0^x\frac{dx}{\bar{h}_3}\right)+$$

$$+SU(s)\left(x+\frac{6\nu}{s}\int_0^x\frac{dx}{\bar{h}^2}\right)$$

Notînd : $$\psi(x)=\int_0^x\frac{dx}{\bar{h}^i}$$

se obține :

$$\frac{1}{\rho}p=-SQ(s)\left[\psi_1(x)+\frac{12\nu}{s}\psi_3(x)\right]+$$

$$+SU(s)\left[x+\frac{6\nu}{s}\psi_2(x)\right] \quad (17)$$

În relația (17) s-a utilizat deja prima condiție din (12). Utilizînd a doua condiție la limită se obține :

$$\frac{\Delta p}{\Delta s}=-Q(s)[S\psi_1(l)+12\nu\psi_3(l)]+$$

$$+U(s)[ls+6\nu\psi_2(l)]$$

De aici se poate obține debitul complex :

$$Q(s)=-\frac{\Delta p}{\psi_1(l)\rho}\cdot\frac{1}{s[s+12\nu\dfrac{\psi_3(l)}{\psi_1(l)}}+U(S)\cdot$$

$$\cdot\frac{l}{\psi_1(l)}\cdot\frac{S+\dfrac{6\nu}{l}\cdot\psi_2(l)}{S+\dfrac{12\nu}{\psi_1(l)}\cdot\psi_3(l)} \quad (18)$$

$$Q(s)=-\frac{\Delta p}{12\rho\nu\psi_3(l)}\left[\frac{1}{S}-\frac{1}{S+12\nu\dfrac{\psi_3(l)}{\psi_1(l)}}\right]+$$

$$+\frac{U_0\omega}{S^2+\omega^2}\cdot\frac{l}{\psi_1(l)}\cdot\frac{S+\dfrac{6\nu}{l}\psi_2(l)}{S+\dfrac{12\nu\psi_3(l)}{\psi_1(l)}}$$

deoarece :

$$U=U_0\sin\omega t\ \text{și}\ U=\frac{U_o\omega}{S^2+U^2}$$

Din relația (18) se obține prin retroversiune din plan complex în plan real, expresia debitului real de curgere în spațiul piston-cămașă.

$$q(t)=\frac{\Delta p}{12\rho\nu\psi_3(l)}\left[1-\exp\left(-\frac{12\nu\psi_3(l)}{\psi_1(l)}\right)\right]+$$

$$+\frac{U_0\omega l}{\psi_1(l)}\left\{2Re\,\frac{1}{2i\omega}\exp(i\omega t)\cdot\frac{i\omega+\dfrac{6\nu}{l}\psi_2(l)}{i\omega+\dfrac{12\nu\psi_3(l)}{\psi_1(l)}}+\right.$$

$$\left.+\frac{\dfrac{6\nu\psi_2}{l}-\dfrac{12\nu\psi_3(l)}{\psi_1(l)}}{\left[\dfrac{12\nu\psi_3(l)}{\psi_1(l)}\right]^2+\omega^2}\exp\left[-\frac{12\upsilon\psi_3(l)}{\psi_1(l)}\right]\right\}=-$$

$$=-\frac{\Delta p}{12\rho\nu\psi_3(l)}\cdot\left[1-\exp\left(-\frac{12\nu\psi_3(l)t}{\psi_1(l)}\right)\right]+$$

$$+\frac{U_0(l)}{\psi_1(l)}\left[Re\,\frac{1}{i}\exp(i\omega t)\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\frac{\left(\dfrac{72\nu^2\psi_3(l)\psi_2(l)}{l\psi_1(l)}+\omega^2\right)-i\omega\left(\dfrac{6\nu}{l}\psi_2-\dfrac{12\omega\psi_1}{\psi_1}\right)}{\omega^2+\left(\dfrac{12\nu\psi_3}{\psi_1}\right)^2}+\right.$$

$$\left.+\omega\left(\frac{\dfrac{6\nu}{l}\psi_3+12\dfrac{\nu}{\psi_1}\psi_3}{\omega+\left(\dfrac{12\nu\psi_3}{\psi_1}\right)^2}\exp\left(\frac{12\nu\psi_3 t}{\psi_1}\right)\right)\right] \quad (19)$$

Deoarece $\psi_1(l) \simeq \frac{l}{\bar{h}}$, cu valorile parametrilor de mai sus, se obține :

$$\frac{12\nu\psi_3 t}{\psi_1} \sim \frac{12\nu t}{\bar{h}^2} \sim \frac{12 \cdot 10^{-6}}{10^{-6}} \cdot 1 = 12$$

Deoarece mărimea exponențială

$$\left(-\frac{12\nu\psi_3(l)}{\psi_2(l)}\right) << 1$$

și $\frac{1}{i}\exp(i\omega t) = -i\cos\omega t + \sin\omega t$

se obține :

$$q = -\frac{\Delta p}{12\rho\nu\psi_3(l)} + \frac{U_0 l}{\psi_1(l)} \frac{1}{\omega^2 + \left(\frac{12\nu\psi_3}{\psi_1}\right)^2} \cdot$$

$$\cdot \left\{ \omega \left(\frac{6\nu}{l}\psi_2 - 12\frac{\nu\psi_3}{\psi_1} \right) \exp\left(-\frac{12\nu\psi_3 t}{\psi_1} \right) + \right.$$

$$+ Re\left[\left(\frac{72\nu^2\psi_3\psi_2}{l\psi_1} + \omega^2 \right) - i\omega \left(\frac{6\nu}{l}\psi_2 - \frac{12\nu\psi_3}{\psi_1} \right) \right] \cdot$$

$$\left. \cdot \left(\sin\omega t - i\cos\omega t \right) \right\} = -\frac{\Delta p}{12\rho\nu\psi_3} + \frac{U_0 l}{\psi_1} \cdot$$

$$\cdot \frac{1}{\omega^2 + \left(\frac{12\nu\psi_3}{\psi_1}\right)^3} \left[6\nu\omega \left(\frac{\psi_2}{l} - \frac{2\psi_3}{\psi_1} \right) \exp\left(- \right. \right.$$

$$\left. - \frac{12\nu\psi_3 t}{\psi_1} \right) + \left(\frac{72\nu^2\psi_3\psi_2}{l\psi_1} + \omega^2 \right) \cdot \sin\omega t - 6\nu\omega \cdot$$

$$\left. \cdot \left(\frac{\psi_2}{l} - \frac{2\psi_3}{\psi_1} \right) \cos\omega t \right]$$

$$q = -\frac{\Delta p}{12\rho\nu\psi_3} + \frac{U_0 l}{\psi_1} \cdot \frac{1}{\omega^2 + \left(\frac{12\nu\psi_3}{\psi_1}\right)^2} \cdot$$

$$\cdot \left\{ \left(\frac{72\nu^2\psi_3\psi_2}{l\psi_1} + \omega^2 \right) \sin\omega t - 6\nu\omega \left(\frac{\psi_3}{l} - \frac{2\psi_3}{\psi_1} \right) \cdot \right.$$

$$\left. \cdot \left[\cos\omega t - \exp\left(\frac{-12\nu\psi_3 t}{\psi_1} \right) \right] \right\} \qquad (20)$$

Mărimile

$$\frac{72\nu^2\psi_3\psi_2}{l\psi_1} \sim \frac{72\nu^2}{\bar{h}^4} \text{ și } \left(\frac{12\nu\psi_3}{\psi_1}\right)^2 \sim \frac{144\nu^2}{\bar{h}^{-4}}$$

au același ordin de mărime egal cu $\frac{10^2\nu^2}{\bar{h}^4}$

Dacă $\nu = 10^{-3}\text{m}^2/\text{sec}$, $\bar{h} \simeq 10^{-5}\text{m}$, $\frac{10^2\nu^2}{\bar{h}^4} \sim$

$$\sim \left(\frac{10 \cdot 10^{-7}}{10^{-10}} \cdot \frac{1}{\text{sec}} \right)^3 = (10^4 Hz)^2$$

De aceea, dacă $\omega^2 \ll (10^4 Hz)^2$ atunci

$$\omega^2 \ll \frac{72\nu^2\psi_3\psi_2}{l\psi_1}, \quad \omega^2 \ll \left(\frac{12\nu\psi_3}{\psi_1}\right)^2, \quad \omega^2 \ll \left(\frac{10\nu}{\bar{h}^2}\right)^2$$

$$q = -\frac{\Delta p}{12\rho\nu\psi_3} + \frac{U_0}{2}\frac{\psi_2}{\psi_3}\sin\omega t - U_0 \frac{l\psi_1\omega}{24\nu\psi_3^2} \cdot$$

$$\cdot \left(\frac{\psi_2}{l} - \frac{2\psi_3}{\psi_1} \right) \left[\cos\omega t - \exp\left(-\frac{12\nu\psi_3}{\psi_1} \cdot t \right) \right]$$

Dacă $\omega \ll \frac{10\nu}{\bar{h}^2}$, atunci al treilea termen poate fi neglijat în raport cu primul și se obține în final :

$$q = -\frac{\Delta p}{12\rho\nu\psi_3(l)} + \frac{U_0}{2}\sin\omega t \frac{\psi_2(l)}{\psi_3(l)} \qquad (21)$$

Formula (21) este însoțită de condițiile :

$$\omega \ll \frac{10\nu}{\bar{h}^2}; \frac{\omega\bar{h}^2}{10\nu} \ll 1 \qquad (22)$$

Dacă condițiile (22) nu se realizează, trebuie considerată relația (20) și nu (21). De exemplu, dacă $\nu = 10^{-7}\text{m}^2/\text{sec}$, $\bar{h} = 10^{-5}\text{m}$ atunci

$\omega \ll \frac{10 \cdot 10^{-7}\text{m}^2}{\text{sec} \cdot 10^{-10}\text{m}^2} = 10^4 \frac{1}{\text{sec}}$. Dacă însă $\nu = 10^{-6}\text{m}^2/\text{sec}$; $\bar{h} = 10^{-3}\text{m}$ atunci

$$\omega \ll \frac{10 \cdot 10^{-6}}{10^{-6}} = 10 \cdot \frac{1}{\text{sec}}$$

B. În legătură cu supapele pompelor de foraj, este evident că mișcarea acestora influențează caracteristicile hidraulice de curgere a fluidului sub supapă.

Studiul cinematicii curgerii fluidului prin supapă se rezolvă, la modul cel mai general, prin utilizarea funcțiilor complexe care descriu potențialul mișcării. Acest potențial poate fi stabilit ținînd seama de 3 zone distincte de curgere : zona cu viteză stabilizată în amonte de supapă, zona perpendiculară pe direcția inițială de curgere determinată de impactul lichidului cu talerul supapei și zona dintre talerul ridicat și scaunul supapei, notate în ordine I, II, III în figura 3.

Expresia acestei funcții de potențial este :

$$f_{(z)} = (Ux + V_0 y)z + \frac{Ux}{C_1}\left(\frac{r}{l}\right)^{(m+1)(\theta-\alpha)} \qquad (23)$$

în care : $C_1 = \frac{\pi}{\pi - \alpha}$; $m = \frac{\alpha}{\pi - \alpha}$; $z = re^{i\theta}$;

$U\alpha$ este viteza în zona I ;

V_{oy} este viteza de-a lungul OY în punctul de impact $\frac{U_0}{2}$(din simetrie).

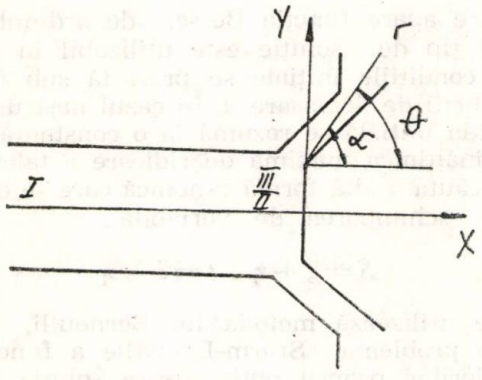


Fig. 3

Rezultă componentele vitezei de-a lungul celor două axe și modulului vitezei :

$$V = V_{oy} + \frac{U_0}{C_1}\left(\frac{r}{l}\right)^m \sin m(\theta - \alpha)$$

$$|\bar{V}| = \sqrt{U_x + V_{oy} + \frac{U_0}{C_1^2}\left(\frac{r}{l}\right)^{2m} + 2\frac{U_0}{C_1}\left(\frac{r}{l}\right)^m \cos(\theta - \alpha) + 2v_{oy}\frac{U_0}{C_1}\left(\frac{r}{l}\right)^m \sin m(\theta - \alpha)}$$

Utilizînd relațiile lui Blasius se obține rezultanta forțelor hidrodinamice a cărei componentă reală este dată de relația :

$$Rx = \frac{\rho}{2}\left[\frac{9}{4}U_x^2 \sin\theta r + \frac{3}{C_1}U_x^2\left(\frac{r}{l}\right)^{m+1}\sin(m+1)(\pi-\theta) + \frac{U_x^2}{C_1^2}\left(\frac{r}{l}\right)^{2m+1}\cos(m+1)(\pi-\theta)\right] \quad (24)$$

Prezintă interes componenta vitezei de curgere în zona dintre talerul și scaunul supapei, a cărei componentă reală are expresia :

$$V_{cr} = \frac{U\alpha}{\pi}\left(\frac{r}{l}\right)^{\frac{\alpha}{\pi-\alpha}}\cos\frac{\alpha}{\pi-\alpha}(\theta-\alpha) \quad (25)$$

Se observă că această componentă are valoarea maximă pentru $\theta = \alpha$, deci pe suprafața conică a talerului supapei unde are loc și uzura maximă în timpul funcționării. Punctul de stagnare se află la intersecția zonelor notate cu II și III, respectiv pentru $r = 0$.

Pentru scrierea ecuației de mișcare a talerului supapei în fluidul de foraj, este necesar să stabilim expresia forțelor de frecare. După modelul Bingham, aceasta are expresia :

$$\tau = \tau_0 + \eta_p\frac{\partial v}{\partial n} = \tau_0 + \tau_p\frac{\partial^2 u}{\partial y \partial t} \quad (26)$$

τ_0 este tensiunea statică de forfecare a fluidului;

η_p vîscozitatea plastică a fluidului ;

η vîscozitatea dinamică a fluidului,

iar după modelul Maxwell (caracteristic curgerii cimenturilor, laptelui de ciment) forța de frecare are expresia :

$$\tau = \eta\frac{\partial\varepsilon}{\partial t} = \eta\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t} \quad (27)$$

Starea de deplasare este constituită de componentele u (de-a lungul axului x care este și axul mișcării) v și w, ortogonale între ele și aflate în planul perpendicular pe axa mișcării. În absența deformațiilor unghiulare, tensorul deformației se reduce la o singură componentă:

$$\varepsilon_1 = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2\right] \simeq \frac{\partial v}{\partial x} \quad (28)$$

în care am convenit că pătratul deformației este neglijabil. Primul invariant al tensorului deformației se reduce la componenta ε_1, care coincide astfel și cu componenta sferică a tensorului.

Vom modifica expresia forței de frecare pentru ambele modele analizate sub forma :

$$Ff = C(\eta)\frac{\partial^2 u}{\partial s \partial t}, \quad (29)$$

în care am considerat depășită faza tensiunii statice de forfecare, deci se consideră curgerea propriu-zisă, variabila spațială s este axul x al curgerii pentru modelul Maxwell și axul y perpendicular pe axul curgerii la modelul Bingham ; $C(\eta)$ este vîscozitatea plastică la modelul Bingham și vîscozitatea dinamică la modelul Maxwell. Această modificare formală permite rezolvarea finală să se țină seama de sensul variabilei spațiale și a coeficientului de vîscozitate pentru fiecare model în parte.

Ecuația de mișcare completă a lichidului rezultat al ecuațiilor Lagrange, are expresia :

$$m\frac{\partial^2 u(s,t)}{\partial t^2}+\frac{C\eta\partial^2 u(s,t)}{\partial s\partial t}+Ku(s,t)=$$

$$=A(s)\delta(s)\times\delta\left(t-\frac{\pi}{\omega}\right) \quad (30)$$

în care primul termen rezultă din energia cinetică, al doilea este forța de frecare, al treilea caracterizează forța elastică datorită resortului supapei, iar termenul drept reprezintă produsul de convoluție a două distribuții temperate cu suport mărginit, respectiv funcțiile impuls unitar de tip spațial δs și temporal (funcția Dirac) δt reprezentînd forța de presiune pe supapă. Vom simplifica considerînd că forța de presiune nu se exercită concentrat, sub forma :

$$m\frac{\partial^2 u(s_1t)}{\partial t^2}+C(\eta)\frac{\partial^2 U(s_1t)}{\partial s\partial t}+k\upsilon(s_1t)=$$

$$=A(s)\delta\left(t-\frac{\pi}{\omega}\right) \quad (31)$$

Pentru a scrie aceste ecuații în distribuții ținem seama de relația :

$$\frac{\partial}{\partial t}\bar{U}(s,t)=\frac{\partial}{\partial t}U(s,t)+U(s,0)\delta t=$$

$$=\frac{\partial U(s,t)}{\partial t}+h(s)\delta(t) \quad (32)$$

în care în primul membru este derivata în distribuții, în membrul drept primul termen este derivata în sens obișnuit, iar celălalt termen ține seama de saltul la momentul de discontinuitate, $h(s)$ fiind înălțimea de ridicare a supapei, iar $u(s, t)$ deplasarea exprimată în distribuții.

Pentru ecuația omogenă, vom face schimbarea de variabilă :

$$\xi=S+\frac{C(\tau)}{m}t\ ;\ \eta=t \quad (33)$$

care ne conduce la forma canonică :

$$\frac{\partial^2 u(\xi\eta)}{\partial\xi\partial\eta}+\frac{K}{m}U(\xi,\eta)=0 \quad (34)$$

Utilizînd metoda lui Reiman, funcția lui Reiman $\upsilon=h[(\xi-s)(\eta-t)$ cu condiția $v(0)=1$, care verifică operatorul diferențial auto-adjunct, se obține soluția ecuației omogene sub forma :

$$U_0(s,t)=\frac{1}{2}\left[h(s+\frac{C\eta}{m}t)\right]+$$

$$+\frac{1}{2}\int I_0\sqrt{\left[\tau-(s+\frac{C(\eta)}{m}t\right)](\tau-t)h(\tau)d\tau} \quad (35)$$

în care apare funcția Bessel de ordinul „0". Acest tip de soluție este utilizabil în cazul cînd condițiile inițiale se prezintă sub forma de funcții de deplasare u. În cazul nostru, cînd condiția inițială se rezumă la o constantă care este înălțimea maximă de ridicare a talerului, vom căuta o altă formă canonică care se obține prin schimbarea de variabilă :

$$S=\xi+\eta\ ;\ t=\xi-\eta \quad (36)$$

Se utilizează metoda lui Bernoulli, care ridică problema Sturm-Liouville a funcțiilor și valorilor proprii obținîndu-se soluția ecuației omogene sub forma :

$$U_0(s,t)=\sum_{n\geq 1}A_n\cos\left(\frac{n\pi}{h}+\frac{C}{m}\right)\left[s+\right.$$

$$\left.+t\left(\frac{C}{m}-1\right)\right]\sin\frac{n\pi}{h}\left[s+t\left(\frac{C}{m}+1\right)\right] \quad (37)$$

Pentru ecuația neomogenă vom apela la o distribuție ajutătoare $v\ (t)$ care introdusă în ecuația cu derivate parțiale dezultă a avea expresia :

$$\upsilon(t)=\frac{t^+}{K\sum_{n\geq 1}Ah\cos\left(\frac{n\pi}{h}+K\right)\sin\frac{n\pi s}{h}} \quad (38)$$

Soluția ecuației neomogene ia forma :

$$U(s,t)=\sum_{n\geq 1}An\cos\left(\frac{n\pi}{h}+K\right)\left[s+t(k-\right.$$

$$\left.-1)\right]\sin\frac{n\pi}{h}\left[s+t(k+\right.$$

$$\left.+1)\right]\left[\frac{At^+}{K\sum_{n\geq 1}An\cos\left(\frac{n\pi}{h}+k\right)s\sin\frac{n\pi s}{h}}\right] \quad (39)$$

Apelînd la o distribuție ajutătoare dependentă de ambele variabile, $v\ (s, t)$, se obține soluția ecuației neomogene sub o formă extrem de apropiată de cea de sus ceea ce pune în discuție menținerea termenului al doilea sub forma din (30) și eventual transformarea lui în derivată de ordinul I în raport cu timpul.

Răspunsul la această problemă se obține prin apelarea la teoria ecuațiilor cu derivate parțiale în distribuții, cu ajutorul căreia se demonstrează că soluția de tipul (39) sau (38) reprezintă soluția fundamentală. Soluția generală a ecuației în distribuții este :

$$\tilde{U}(s,t) = U(s,t) * f(t) \qquad (40)$$

în care s-a notat în membrul drept produsul de convoluție între soluția fundamentală de măsuri și o distribuție cu suport mărginit.

Pentru integrarea ecuației cu derivate parțiale în distribuții, vom aplica transformata Laplace, liniară și definită în sensul integralei Lebesque și obținem o ecuație diferențială ordinară de gradul I avînd ca necunoscută funcția-imagine. Clasic, urmează aplicarea transformatei Fourier, exponențială sau în sinus, și se obține o ecuație algebrică avînd ca necunoscută funcția-imagine dublu transformată. Relațiile sînt prea complicate, așa încît vom utiliza altă metodă. Vom rezolva ecuația diferențială ordinară de gradul I, în funcția-imagine obținută prin transformata Laplace, iar acestei soluții îi vom aplica transformarea inversă Mellin pentru obținerea soluției funcției original.

Ecuația diferențială obținută după transformata Laplace are forma :

$$\frac{d}{ds} L(v) + \frac{mp^2 + k}{Cp} L(u) =$$

$$= \frac{A + (m+1)hp}{Cp} \qquad (41)$$

în care :

$$L(u) = \int_0^\infty u(s,t) e^{-pt} dt \; ; \; p = U + iv$$

Soluția ecuației diferențiale în plan complex este :

$$L(u) = \frac{A + (m+1)hp}{mp^2 + k} e^{\frac{-(mp^3 + ks)}{cp}} \qquad (42)$$

Utilizînd teorema produsului de convoluție și teorema transformării inverse a sumei de imagini se obține soluția generală a ecuației de mișcare liniare, completă, sub următoarea formă a funcției original :

$$U(s,t) =$$

$$= \mathcal{J}_{-1}\left[2\sqrt{\frac{ks\left(t - \frac{\pi}{\omega}\right)}{c(\eta)}} \right] e^{t \cdot \frac{ms}{c} - \frac{\pi}{\omega}} \int_{a-\infty}^{a+\infty} \left[\frac{A}{\sqrt{km}} \sin \right.$$

$$\sin \sqrt{\frac{K}{m}} \left(t - \frac{\pi}{\omega} - \tau \right) +$$

$$\left. + \frac{(m+1)hmdx\cos}{m} \sqrt{\frac{K}{m}} \left(t - \frac{\pi}{\omega} - \tau \right) d\tau \right. \qquad (43)$$

în care apare funcția Pessel de prima speță și ordinul „—1".

În cazul cînd se consideră ecuația inițială fără formalizarea în distribuții, soluția se simplifică și ia forma :

$$U(s,t) =$$

$$= \mathcal{J}_{-1}\left(2\sqrt{\frac{ks\left(t - \frac{\pi}{\omega}\right)}{c(\eta)}} \right) e^{t - \frac{ms}{c} - \frac{\pi}{\omega}} \frac{A}{\sqrt{km}} \sin$$

$$\sin \sqrt{\frac{k}{m}} \left(t - \frac{\pi}{\omega} \right) \qquad (44)$$

Ecuația de mișcare își păstrează caracterul neliniar și în cazul în care forța perturbatoare ia forma funcției treaptă (funcția Heaviside) astfel :

$$m \frac{\partial^2 u(s,t)}{\partial t^2} + c(\eta) \frac{\partial^2 u(s,t)}{\partial s \partial t} + ku(s,t) =$$

$$= A\theta\left(t - \frac{\pi}{\omega} \right) \qquad (45)$$

Soluția generală, utilizînd metodele calculului operațional are forma :

$$U(s,t) =$$

$$= \frac{A}{mc} \mathcal{J}_{-1}\left[2\sqrt{\frac{ks\left(t - \frac{\pi}{\omega}\right)}{c(\eta)}} \right] e^{t - \frac{ms}{c} - \frac{\pi}{\omega}} \cdot$$

$$\cdot \left[\frac{m}{K}\left(t - \frac{\pi}{\omega} \right) - \sqrt{\frac{m^3}{K^3}} \sin \sqrt{\frac{K}{m}} \left(t - \frac{\pi}{\omega} \right) \right. \qquad (46)$$

Relațiile de mai sus reprezintă soluțiile ecuației de mișcare, pentru diferite forme ale forței perturbatoare, însă pentru forțele de frecare stabilite reologic, aferente curgerii laminare. În cazul curgerii turbulente, expresia forțelor de frecare se modifică structural, variind cu pătratul vitezei de curgere. Pentru stabilirea expresiei forței de frecare în regimul

turbulent de curgere vom utiliza expresia forței rezultante stabilite anterior (24), rezultînd :

$$F_{ft} = \rho \frac{A v^2_{max}}{2} Cf$$

în care :

$$Cf = \left[\frac{9}{8}\sqrt{2} + \frac{3}{C_1}\left(\frac{r}{l}\right)^2 \sin\frac{3\pi}{2} + \right. \\ \left. + \frac{1}{C_1^2}\left(\frac{r}{l}\right)^3 \cos\frac{9\pi}{4} \right], \quad (47)$$

denumit coeficient de frecare internă.
Ecuația de mișcare devine o ecuație diferențială neliniară de forma :

$$m\frac{d^2u(t)}{dt^2} + C_o\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + Ku(t) = A\delta(t)$$

în care : (48)

$$C_o = \frac{\delta A C e}{2} ; v(t) = \frac{du(t)}{d(t)}$$

și în care am prevăzut pentru forța perturbatoare funcția impuls unitar.

Pentru găsirea funcției original, trebuie extinse modelele calculului operațional prin abordarea teoremelor de dezvoltare, rezultînd forma soluției generale, în această ipoteză a forței perturbatoare, astfel :

$$u(t) = Msh n\left(t - \frac{\pi}{\omega}\right) + p \sin r\left(t - \frac{\pi}{\omega}\right) - \\ - 4A\left[ch\frac{1}{2}(n+r)\left(t - \frac{\pi}{\omega}\right) + \right. \\ \left. + \frac{1}{2}\cos\left(\frac{n-r}{2}\right)\cdot\left(t - \frac{\pi}{\omega}\right) \right. \quad (49)$$

în care :

$$M = 2\frac{h^2_{max}\left(\frac{a+\sqrt{a^2+4a_0}}{2}\right)^3 - }{4C_0h_{max}\left(\frac{a+\sqrt{a^2+4a_0}}{2}\right)^3 - } \\ \frac{-(m+1)h_{max}\sqrt{\frac{a+\sqrt{a^2+4a_0}}{2}}}{-2m\sqrt{\frac{a+\sqrt{a^2+4a_0}}{2}}}; n = \\ = \sqrt{\frac{a+\sqrt{a^2+4a_0}}{2}}; r = \sqrt{\frac{a-\sqrt{a^2+4a_0}}{2}}$$

$$a = \frac{m}{C_0h_{max}} ; a_0 = \frac{K}{C_0h_{max}} ;$$

$$p = 2\frac{h^2_{max}\left(\frac{a-\sqrt{a^2+4a_0}}{2}\right)^3 - }{4C_0h_{max}\left(\frac{a-\sqrt{a^2+4a_0}}{2}\right)^3 - } \\ \frac{-(m+1)h_{max}i\sqrt{\frac{-a+\sqrt{a^2+4a_0}}{2}}}{-2mh_{max}i\sqrt{\frac{-a+\sqrt{a^2+4a_0}}{2}}}$$

În cazul forței perturbatoare de tipul forței impuls-treaptă ecuația de mișcare ia forma:

$$m\frac{d^2u(t)}{dt^2} + C_0\left(\frac{du}{dt}\right)^2 + Ku(t) = A\theta(t) \quad (50)$$

La fel ca și înainte, aplicăm transformata Laplace și surmontînd unele dificultăți la termenul al doilea, obținem ecuația algebrică de gradul 4, avînd ca necunoscută funcția-imagine și utilizînd teoremele de dezvoltare obținem funcția-original, soluție generală a ecuației de mișcare completă, sub forma :

$$u(t) = C + Dsh\left(t - \frac{\pi}{\omega}\right) + E\sin r\left(t - \frac{\pi}{\omega}\right) \quad (51)$$

în care : $C = \frac{A}{K}$

$$D = z\frac{C_0h_{max}\left(\frac{a+\sqrt{a^2+4a_0}}{2}\right)^2 - }{4C_0h_{max}\left(\frac{a+\sqrt{a^2+4a_0}}{2}\right) - } \\ \frac{-mh_{max}\left(\frac{a+\sqrt{a^2+4a_0}}{2}\right) - A}{-2m\left(\frac{a+\sqrt{a^2+4a_0}}{2}\right)}$$

$$E = 2\frac{C_0h_{max}\left(\frac{-a+\sqrt{a^2+4a_0}}{2}\right)^2 - }{4C_0h_{max}\left(\frac{-a+\sqrt{a^2+4a_0}}{2}\right) - } \\ \frac{-mh_{max}\left(\frac{-a+\sqrt{a^2+4a_0}}{2}\right) - A}{-2m\left(\frac{-a+\sqrt{a^2+4a_0}}{2}\right)}$$

restul notațiilor menținîndu-și semnificația anterioară.

Ținînd seama că modul de ridicare al talerului supapei de aspirație de la unele pompe de foraj lente rezultă a fi liniar, într-o diagra-

mă deplasare-timp înregistrată vom scrie ecuația de mișcare turbulentă cu forța perturbatoare de tip liniar sub forma :

$$m\frac{d^2u(t)}{dt^2}+C_0\left(\frac{du(t)}{dt}\right)^2+Ku(t)=D_0At \quad (52)$$

în care D_0 este un coeficient proporțional cu panta unghiulară într-o diagramă deplasare-timp, iar A_t — mărimea amplitudinii deplasării talerului supapei.

Aplicînd transformata Laplace și teoremele de dezvoltare de obține funcția original :

$$u(t)=\frac{D_1}{K}+\frac{C_0h_{max}p_1^5+mh_{max}p_1^3-D_1}{4C_0h_{max}p_1^3+2mp_1}\cdot$$

$$\cdot sh p_1\left(t-\frac{\pi}{\omega}\right)+$$

$$+\frac{C_0h_{max}p_3^5+mh_{max}p_3^3-D_1}{4C_0h_{max}p_3^3+2mp_3}\cdot sh p_3\left(t-\frac{\pi}{\omega}\right)$$

în care :

$$p_1=\sqrt{\frac{m+\sqrt{m^2-4kC_0h_{max}}}{2C_0h_{max}}};$$

$$p_3=\sqrt{\frac{m-\sqrt{m^2-4kC_0h_{max}}}{2C_0h_{max}}} \quad (53)$$

În afara fazelor de ridicare și coborîre a talerului supapei, cînd mișcarea lichidului și talerului se face după relațiile stabilite mai sus, în faza de regim care intervine cînd talerul este în poziția ridicată, lichidul are o mișcare în care forța perturbatoare este determinată de accelerația pistonului care se imprimă lichidului din corpul hidraulic și evident de masa lichidului.

Vom utiliza o nouă formă de exprimare a elementelor geometrice de mișcare a pistonului în teoria exactă a cinematicii pentru $\omega=$ $=ct$, astfel :

$$X_p=r+l-r\cos\theta-l\frac{dE(\theta,k)}{dt}=$$

$$=r+lr\cos\theta-ldnu \quad (54)$$

$$V_p=r\omega\sin\theta-\frac{l}{\omega}\cdot\frac{d^2E(\theta,k)}{dt^2}=$$

$$=r\omega\sin\theta-\frac{l}{\omega}\cdot\frac{ddnu}{dt} \quad (55)$$

$$a_p=r\omega^2\cos\theta-\frac{l}{\omega}\frac{d^3E(\theta,k)}{dt^3}=$$

$$=2r\omega^2\cos\theta-\frac{l}{\omega}\frac{d^2dnu}{dt^2} \quad (56)$$

în care : $K=\frac{r}{l}$

X_p — deplasarea pistonului ;

V_p — viteza pistonului ;

a_p — accelerația pistonului ;

$E(\theta,K)$ — integrala eliptică de speța II ;

$\theta=\omega t$

$\frac{dE(\theta,K)}{d\theta}=dnu$— funcția lui Jacobi de speța III.

Ecuația de mișcare are forma următoare în faza de regim, cu forța perturbatoare dată de ipoteza exactă a cinematicii :

$$m\frac{d^2u(t)}{dt^2}+C_0\left(\frac{du(t)}{dt}\right)^2+Ku(t)=$$

$$=D_0\left(2\omega^2\cos\theta-\frac{l}{\omega}\cdot\frac{d^3E}{dt^3}\right) \quad (57)$$

Utilizînd transformata Laplace se obține ecuația algebrică în funcția transformată a deplasării $U(p)$ și utilizînd teoremele de dezvoltare se obține soluția ecuației de mișcare sub forma :

$$u(t)=\frac{A_1p^5+A_2p^4+A_3p^3+A_4p^2+}{p(6B_1p^4+4B_2p^2+}$$

$$\frac{+A_5p+\omega^2}{+3B_3)}\sin pt \quad (58)$$

în care :

$$p=i\sqrt{\frac{G_0}{3}-x_r};$$

$$x_r=\sqrt[3]{\frac{G_0G_1}{6}+\frac{G_0^3}{27}-G_2+\sqrt{\Delta}}+$$

$$+\sqrt[3]{\frac{G_0G_1}{6}-\frac{G_0}{27}-G_2-\sqrt{\Delta}};\ G_0=\frac{B_2}{B_1}$$

$$G_1=\frac{B_3}{B_1};\ G_2=\frac{Kr\omega^2}{B_1};$$

$$\Delta=\frac{1}{4}\left(\frac{2G_0}{27}-\frac{G_0G_1}{3}+G_2\right)+\frac{1}{27}\left(G_1-\frac{G_0^2}{2}\right)^3$$

$$F\left(-\frac{1}{2},\frac{1}{2},1,k^2\right)\quad 2F_1\left(-\frac{1}{2},\frac{1}{2},\omega t^2\right)$$

Coeficienții A_i depind de funcțiile hipergeometrice și de funcția hipergeometrică generalizată care intervin în rezolvarea ecuației de mișcare, conform relațiilor:

$$F(\theta,k)=\frac{\pi}{2}F\left(-\frac{1}{2},\frac{1}{2},1,k^2\right) \quad (59)$$

$$F\left(-\frac{1}{2},\frac{1}{2},1,k^2\right)=2F_1\left(-\frac{1}{2},\frac{1}{2},1,\omega t^2\right) \quad (60)$$

Concluzii

Ca urmare a acestor considerații teoretice se desprind o serie de măsuri cu caracter constructiv și de exploatare :

— jocul radial dintre partea cilindrică a pistoanelor și cămășile cilindrice nu trebuie să depășească 0,025 mm, mai ales în cadrul pistoanelor cu diametre mici realizate la presiuni mari ; acest joc radial caracterizează fenomenul de extindere a manșetelor de cauciuc sau plastic, mai ales la presiuni mari, la pistoanele cu diametre mari, utilizate la presiuni scăzute, jocul radial poate avea valori mari, întrucît acestea facilitează montajul pistonului în pompă ;

— lungimea zonei cilindrice a manșetelor pistoanelor determină valoarea debitului de pierderi precum și distribuția presiunii în zona de curgere și nu poate avea valori sub 45—60 mm ;

— cunoscînd valorile admise pentru jocul radial și lungimea manșetei pistonului, rezultă geometria manșetei pistonului;

— din analiza soluțiilor de curgere prin supapă, rezultă că supapa de aspirație au o altă caracteristică funcțională decît supapa de refulare, ceea ce impune ca pentru supapa de aspirație arcul talonului supapei trebuie să aibă o caracteristică elastică mai slabă decît cel pentru refulare;

— soluțiile ecuațiilor de curgere arată că pentru colectorul de aspirație este necesară dotarea lui cu amortizoare de pulsații ; în plus, datorită faptului că fenomenele dinamice determinate de viteza unghiulară a arborelui cotit sînt importante la pompele triplex cu simplu efect, este necesară supraalimentarea acestora cu pompe centrifuge care să elimine pericolul apariției cavitației;

— obținerea soluțiilor de curgere, în cazul cinematicii exacte a pompelor cu piston și al forțelor perturbatoare care reflectă modul real de solicitare, permite dimensionarea exactă a mecanismului motor al pompelor, care ține seama de forțele dinamice existente în sistem;

— manifoldul de aspirație trebuie să conțină cît mai puține coturi, și acelea cu unghiuri mai mari de 90°; razele de racordare a acestor schimbări de direcții de curgere din manifoldul de aspirație trebuie să satisfacă condiția $\geq (6 \div 10)$ D, în care D este diametrul conductelor manifoldului, pentru a evita apariția vaporizării, favorizată atît de scăderea presiunii cît și de undele de șoc inițiate de mișcarea talerului supapei.

CZ : 621.317.78

Contoare cu turbină pentru măsurarea debitelor fluidelor petroliere

Ing. Nicolae **TĂNASE**, subing. Gheorghe **CONSTANTIN** — I.P.C.U.P. Ploiești

Măsurarea debitului fluidelor introduse în gaura de sondă, în timpul operațiunilor tehnologice de forare a sondelor, sau al celor vehiculate prin instalațiile de separare, colectare, tratare și transfer, țițeI și gaze, reprezintă o cerință majoră și permanentă pentru desfășurarea în sine a proceselor tehnologice, în condiții de optimă eficiență și siguranță, creînd în același timp și premisele aplicării unor tehnologii moderne, de maxim randament.

În cazul instalațiilor petroliere, se vehiculează fluide de natură diferită (noroi de foraj, acizi, țițeI, ape sărate, amestecuri de țițeI-gaze

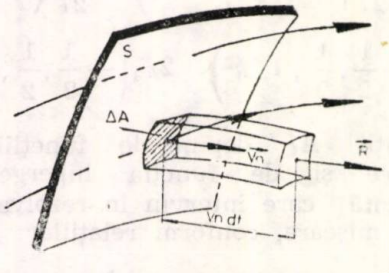


Fig. 1 Elementele formulei de calcul a debitului.

ș.a.), atît prin conducte închise, cu sau fără presiune, cît și prin conducte deschise. Mai important, dar și mai greu de rezolvat, este cazul cînd trebuie măsurate debitele fluidelor care circulă prin conductele sub presiune. În cele ce urmează, ne vom ocupa de modalitățile și aspectele legate de rezolvarea acestui caz.

Debitul este cantitatea de lichid care trece printr-o suprafață fixă S, în unitatea de timp. În intervalul de timp dt, trece prin S, următorul volum :

$$dv = \int_S v_s dt dA = \int_S v \cos(\vec{v}, \vec{n}) dt dA =$$

$$= dt \int_S \vec{v}\,\vec{n}\,dA$$

unde dA este aria lui dS, iar $\vec{n}$ este normala la dS (fig. 1).

Volumul de lichid care trece prin S, în unitatea de timp, sau debitul volumic prin S, este :

$$Q = \frac{dv}{dt} = \dot{V} = \int_S \vec{v}\,\vec{n}\,dA$$

iar debitul de masă Q_m care trece prin S este dat de relația :

$$Q_m = \frac{dm}{dt} = \dot{m} = \int_S \rho\,\vec{v}\,\vec{n}\,dA$$

și, în mod analog, debitul de greutate Q_g

$$Q_g = \frac{dG}{dt} = \dot{G} = \int_s \gamma \vec{v} \vec{n} dA$$

Cînd lichidul este omogen :

$$Q_m = \rho Q \text{ iar } Q_g = \gamma Q$$

În unități SI, debitul volumic se măsoară în m^3/s, debitul de masă în kgf/s, iar debitul de greutate în 1 N/s.

Viteza $\vec{v}$ medie într-o secțiune dreaptă S a tubului de curent este tangentă la axul tubului și are sensul mișcării, modulul său fiind egal cu raportul dintre debitul volumic Q care trece prin S și aria A a lui S.

$$V = \frac{Q}{A} = \int_s \vec{v} \vec{n} dA/A$$

Pentru soluționarea generală a acestei probleme se folosesc mijloace de măsurare a debitelor, bazate pe diferite metode, dar cea mai largă răspîndire o au cele bazate pe determinarea directă sau indirectă a vitezei de curgere.

Dintre cele bazate pe determinarea vitezei de curgere, menționăm principiile :

— măsurarea căderii de presiune Δp pe o strangulare. Căderea de presiune este dependentă de viteza de curgere a fluidului prin strangulare. Strangulările se pot realiza cu ajutorul diafragmelor, cu tubul Venturi, cu tub capilar, prin ajutaj etc. ;

— strangulare variabilă — Rotametre ;

— prin inducție electromagnetică ;

— propagarea undelor sonore în mediul lichid ;

— efectul caloric asupra fluidului ;

— presiunea dinamică de curgere, care se poate măsura cu ajutorul tubului Pitot, paletă fixă (Target), rotor cu palete helicoidale sau radiale ș.a.

Mai menționăm contoarele de debit volumetrice (cu palete mobile, camere etalonate, cu roți ovale, cu roți dințate ș.a.).

Dacă se are în vedere faptul că majoritatea fluidelor care circulă prin utilajele și conductele instalațiilor de foraj sau de extracție (atît cele introduse, cît și cele extrase din zăcămînt), antrenează și particule solide (nisip, bucăți de argilă) și mici frînturi desprinse accidental din sistemul mecanic de forare (garnituri de cauciuc, bucăți de metal ș.a.), se constată că pentru măsurarea debitului unor astfel de tipuri de fluide, nu se pot folosi decît cîteva din metodele și principiile mai sus amintite. Astfel, adecvate sînt numai acele aparate care aplică metode de măsură care lasă cît mai liberă secțiunea de trecere a fluidului prin conductă și anume cele electromagnetice, tipurile cu rotor cu palete helicoidale sau radiale, cele care utilizează efectul caloric, precum și cele cu ultrasunete. Dar și dintre acestea, nu toate pot fi utilizate, datorită faptului că unele fluide de foraj depun pe pereții tubului prin care curg straturi formate din particule aflate în suspensie, perturbînd funcționarea și afectînd rezultatul măsurărilor la cele cu ultrasunete, electromagnetice și cu efect caloric.

Se constată, după această sumară analiză, că debitmetrele de tipul celor cu rotor sînt cele mai adecvate scopului.

Contorul cu turbină pentru măsurarea debitelor cuprinde în componența sa, ca parte principală, un rotor prevăzut cu palete helicoidale (fig. 2), sau cu palete radiale (fig. 3) și

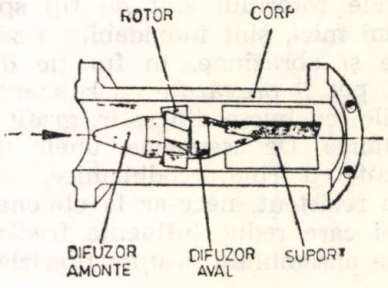


Fig. 2 Schema contorului de debit cu rotor și cu palete helicoidale.

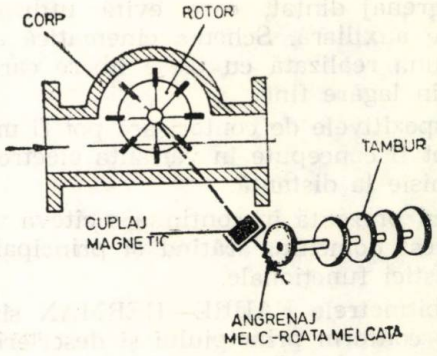


Fig. 3 Schema contorului de debit cu rotor și cu palete radiale.

se bazează pe efectul de rotire al rotorului cu palete, sub acțiunea presiunii dinamice de curgere a fluidului care trece prin aparat, presiune dinamică, direct proporțională cu pătratul vitezei,

$$F_K = f(\rho v^2, C_w, S_k)$$

unde :

F_K — forța dinamică de curgere ;

C_w — coeficientul de rezistență la curgere ;

S_k — proiecția normală pe direcția de curgere a suprafeței active.

Turația rotorului constituie o măsură a debitului instantaneu, numărul de rotații în intervalul de timp fiind măsura cantității de material trecută prin aparat.

Turația rotorului este proporțională cu viteza medie a fluidului și invers proporțională cu pasul elicei, depinzînd și de alți factori cum sînt : vîscozitatea, densitatea, forțele de frecare, davitația ș.a.

Mișcarea de rotație a rotorului se transmite la exterior, printr-un sistem adecvat.

Prin creșterea vitezei de curgere prin aparat se obțin cîteva efecte pozitive, legate de micșorarea secțiunii de trecere, care permit creșterea diametrului butucului și plasarea în interior a unor deflectoare și a unui sistem mecanic pentru reglarea acestora. Rotorul trebuie să fie echilibrat dinamic și cît mai ușor, pentru diminuarea inerției în scopul obținerii unui mai bun timp de răspuns.

Lagărele rotorului sînt de tip special, au dimensiuni mici, sînt inoxidabile, rezistente la coroziune și abraziune. În funcție de natura fluidului, pot fi prevăzute cu rulmenți cu bile inoxidabile, cu bucșe din safir, grafit sau carburi metalice. De asemenea, unele tipuri pot fi prevăzute cu frîne aerodinamice, care să dea un cuplu rezistent, necesar la etalonarea aparatului, și care reduc influența frecărilor mecanice ale ansamblului asupra preciziei de măsurare.

Ca mod de transmisie a mișcării rotorului spre exterior, se folosește un sistem mecanic cu angrenaj dințat, care evită utilizarea de energie auxiliară. Schema cinematică este întotdeauna realizată cu piese libere care pivotează în lagăre fine.

Dispozitivele de contorizare pot fi mecanice sau pot fi concepute în varianta electronică cu transmisie la distanță.

Vom prezenta în continuare cîteva realizări din acest domeniu, arătînd și principalele caracteristici funcționale.

Debitmetrele FAURE—HERMAN sînt construite conform principiului și descrierii generale de mai sus. Carcasa este din aliaj de aluminiu, sau oțel inoxidabil austenitic. Bucșa-lagăr a rotorului este executată din safir, iar vîrful axului din carbură de tungsten. Transmisiile sînt de tip cu inducție electromagnetică și au dimensiuni foarte mici (diametre între 10 și 25 mm), fiind constituite dintr-un oscilator electric, urmat de către un preamplificator.

Contorul FLUXI (fig. 4), produs al firmei Schlumberger, are în componență o carcasă din fontă sau oțel turnat. Rotorul este din masă plastică specială, oțel, sau aluminiu, atît la intrarea, cît și la ieșirea din tubul de măsură, fiind plasate niște deflectoare ogivale executate din aceleași materiale. Piesele din aluminiu sînt tratate special și au la suprafață depusă o protecție. Aparatele de acest tip dispun de o frînă aerodinamică, constituită dintr-o pală cu elice, reglabilă din exteriorul corpului. Indicațiile de volum se pot obține cu un dispozitiv de afișare, prevăzut cu tamburi inscripționați, acționați prin cuplaj magnetic. Teletransmisia se poate efectua astfel :

— pentru volum, de către un emitor pe frecvența de bază a unui microreleu Reed ;

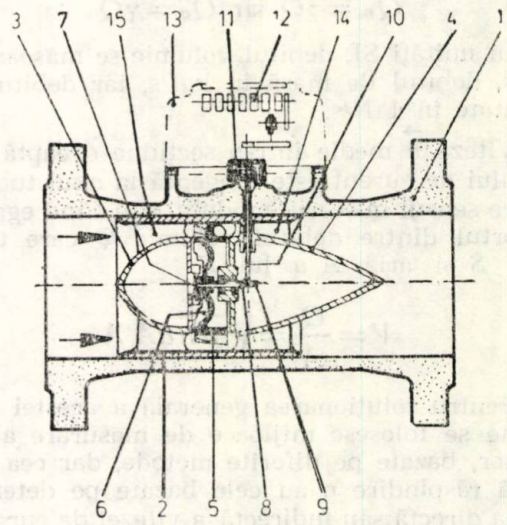


Fig. 4 Contorul firmei FLUXI.
1. Corp cu flanșe
2. Corp de măsură
3. Deflector amonte
4. Deflector aval
5. Rotor cu palete helicoidale
6. Paletele mobile ale frînei aerodinamice
7. Arborele rotorului
8. Lagăr cu bile
9. Angrenaj melc — roată melcată
10. Ax intermediar
11. Cuplaj magnetic
12. Indicator numeric cu 7 tamburi
13. Capac demontabil
14. Paletă deflectoare aval
15. Paletă deflectoare amonte

— pentru debite, de către un oscilator electric de înaltă frecvență.

Contorul cu rotor ELSTER (R.F.G.) are un rotor metalic constituit dintr-un disc subțire, cu tăieturi în care se fixează palete helicoidale. Viteza fluidului crește în interiorul contorului, înainte de a intra în palete prin :

— o reducere a secțiunii de trecere, prin plasarea în partea de intrare a unui deflector ;

— existența unui ajutaj de formă specială în fața paletelor.

Lagărele ansamblului sînt foarte complexe și diferă în funcție de axă (orizontală sau verticală). În primul caz, rotorul este dispus în axul de gravitație, pe un arbore susținut de un mic disc cu fustă conică, ceea ce dă acestui ax posibilitatea de a se înclina puțin pe verticală, o crapodină susținînd lagărul. În al doilea caz, axul rotorului se termină cu un pivot direcționat de către crapodină. Un dispozitiv de ungere permite lubrifierea periodică a punc-

telor de pivotare. Indicatorul este comandat de către un șurub fără sfîrșit și o roată dințată tangentă la acesta, mișcarea transmițîndu-se la un sistem de afișare cu roți dințate și tamburi cu numere. Ca accesorii, poate avea un colector de presiune și unul de temperatură.

Turbocontorul ROCKWELL este astfel conceput încît mecanismul motor este construit ca un subansamblu de sine stătător, fiind ușor demontabil. Turbina poate fi confecționată, în funcție de presiunea de lucru, din masă plastică specială, sau din aluminiu turnat în cochilă. Toate modelele dispun de lagăre prevăzute cu rulmenți cu bile, montați în carcase protectoare. Sînt prevăzute dispozitive de lubrifiere a lagărelor. Pentru creșterea sensibilității, masa rotorului este ușurată, asupra axului rotorului exercitîndu-se forța de atracție a unui magnet, cu forța reglată de către un șurub, care permite apropierea sau depărtarea magnetului față de arbore. Contorul dispune de un sistem de transmitere la distanță a informațiilor, avînd schema-bloc prezentată în figura 5, sistem asemănător cu cel folosit și de către alte firme ; suplimentar, poate fi echipat cu un dispozitiv mecanic de contorizare, indicare și înregistrare a debitului, care are înglobat un mecanism automat de compensare a variațiilor de presiune și un altul pentru compensarea variațiilor de temperatură ale fluidului al cărui debit se măsoară.

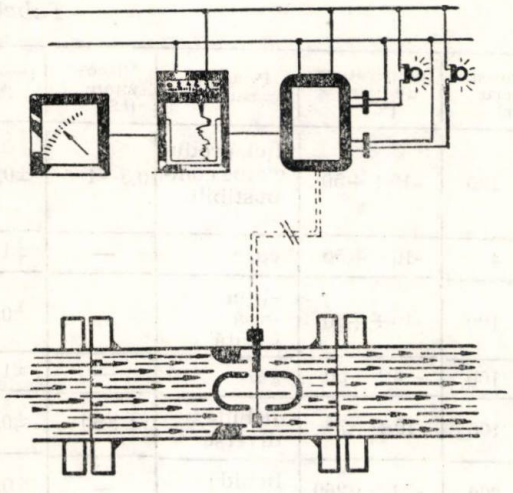


Fig. 5 Schema de transmitere la distanță a indicațiilor.

Realizări deosebit de interesante în domeniul contoarelor pentru lichide prezintă firma BROOK—EMERSON. Mecanismul motor al acestor contoare, conceput principial la fel ca acela al modelelor mai sus prezentate, dispune suplimentar de un corector de vîscozitate, cuplat direct la axul turborotorului, corector construit din elemente clasice ale unui vîscozimetru cu cilindri coaxiali.

Aparate simple, dar robuste, sigure și foarte eficace în exploatare și care au o construcție modificată față de toate contoarele analizate pînă acum, sînt cele cuprinse în seria HELIFLU, fabricată tot de către firma Schlumberger. Contorul de acest tip (fig. 6) este constituit dintr-un corp și o cămașă, în

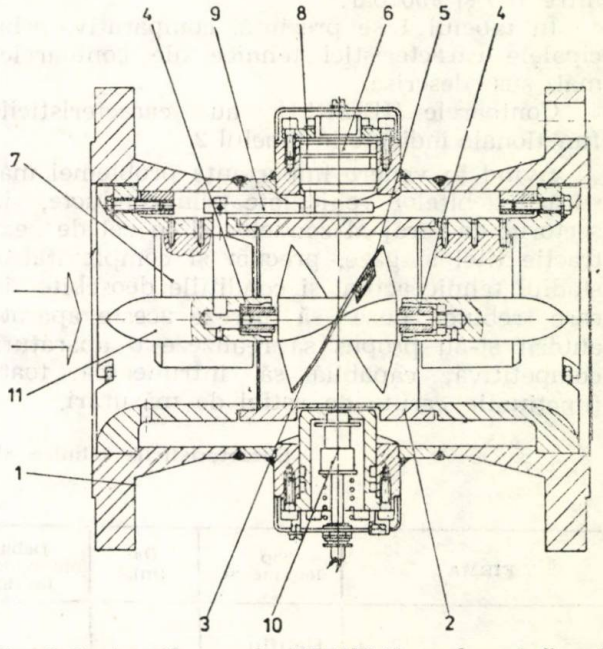


Fig. 6 Contor din seria HELIFLU produs al firmei Schlumberger.
1. Corp tubular
2. Cămașă interioară
3. Rotor coaxial cu elice
4. Lagăre cu bucșe
5. Magnet încorporat în corpul elicei rotorului
6. Dispozitiv de reglare a frînării rotorului
7. Volet pentru devierea jetului
8. Disc vernier
9. Braț acționare volet
10. Bobină fixă
11. Con deflector

care se introduce coaxial un rotor prevăzut cu două elice și cu un ax central care se rotește în două lagăre montate în niște corpuri deflectoare, fixate fie direct pe peretele corpului, sau (atunci cînd există) pe peretele cămășii ; pentru dimensiuni mici ale diametrului de trecere, deci pentru măsurări de debite mici, contorul nu mai dispune de o cămașă interioară. Un sistem mecanic de corecție, acționat din afară, și prevăzut cu volet pentru devierea jetului, cu pîrghie de comandă și cu disc vernier de acționare poate ajusta rotirea rotorului, astfel ca acesta să inducă, cu ajutorul magnetului încorporat într-o bobină fixă, impulsuri proporționale cu cantitatea de fluid trecută prin contor, cu o eroare cît mai mică.

Contoare echipate cu rotor prevăzut cu palete radiale produce firma VORTEX—BALL, într-o gamă dimensională destul de largă (25 la 500 mm, diametru nominal). Caracteristic acestor aparate este faptul că pot fi folosite

pentru lichide murdare, cu incluziuni solide ce pot avea dimensiuni relativ mari (2—10 mm). Sînt confecționate din materiale rezistente la acțiunea corozivă și abrazivă a fluidului care circulă prin ele și dispun de lagăre din carburi metalice și cuplaje magnetice, montate în carcase rezistente la presiuni ridicate, cuprinse între 100 și 450 bar.

În tabelul 1 se prezintă, comparativ, principalele caracteristici tehnice ale contoarelor mai sus descrise.

Contoarele HELIFLU au caracteristicile funcționale indicate în tabelul 2.

Avînd în vedere importanța problemei măsurării debitelor vehiculate prin conducte, în sectorul de foraj al sondelor și în cel de extracție țiței și gaze, precum și complexitatea, stadiul tehnic actual și condițiile deosebite în care trebuie puse să lucreze aceste aparate autorii și-au propus să realizeze o aparatură competitivă, capabilă să întrunească toate funcțiunile cerute de astfel de măsurări.

Pentru început s-au luat în considerație condițiile tehnice care se impun aparaturii pentru măsurarea debitelor fluidelor petroliere, condiții cuprinse în tabelul 3 și o analiză critic comparativă a contoarelor cu rotor helicoidal și radial cu alte aparate destinate a măsura debite — tabelul 4.

Cercetarea făcută de autori cu ajutorul unor modele experimentale, pe diferite părți componente (subansamble și chiar cu ansamblul contorului) atît în laborator, cît și în standuri special amenajate, a condus la realizarea unei serii de contoare pentru măsurarea debitelor, echipate atît cu rotor cu palete radiale, cît și cu rotor cu palete helicoidale. Cele cu rotor cu palete radiale sînt destinate a măsura debite de lichide care pot antrena particole solide de dimensiuni mici, iar cele cu rotor helicoidal, pentru a măsura debite de gaze sau de lichide omogene.

Caracteristicile tehnice ale principalelor contoare de debit

Tabelul 1

FIRMA	Tip debitmetru	D_n [in]	Debit ninim÷max. [m³/h]	Presiunea de lucru [bar]	Temperatura de lucru [°C]	Produse măsurate	Viscozitate [cSt]	Precizia [%]
Schlumberger Division Liquides	Heliflu 036÷4000	1/8÷16	0,022÷4000	max. 100	-10÷+50	țiței, produse albe combustibili,	0,5÷100	±0,25
	Fluxi	1/2÷40	3÷36000	max. 4	-10÷+50	gaze	—	±1
Ball manufacturing CO.	Ball vortex	1÷2	3÷55	max. 100	-10÷+50	-țiței -apă sărată	—	±0,5
Rockwell LTD.	SM-RI	2÷40	10÷30000	max. 100	- 5÷+50	gaze	—	±1
Brooks instrument division	PL	3/4÷8	1,2÷1200	max. 100	-10÷+70	lichide diverse	1÷50	±0,5
	Seria 4900	1/2÷10	0,12÷1800	max. 200	-73÷+260	lichide diverse	—	±0,5
	Par-i-ty/ML	6÷24	60÷9600	max. 100	-10÷+70	țiței, produse petroliere	—	±0,15
	Seria M	6-10-16	160÷3200	max. 100	max. 66	lichide diverse	—	±0,15
Kent instruments LTD.	PMF	3/4÷8	0,68÷1300	max. 350	-50÷+150	lichide diverse	—	±0,5
	PMS	3/4÷1½	0,68÷39,5	max. 350	-50÷+150	lichide diverse	—	±0,5
	PNF	6÷20	70÷8000	max. 350	-50÷+150	lichide diverse	—	±0,25
	PPF	3/16÷2	0,109÷116	max. 350	-200÷+150	lichide diverse	—	±0,5
	PPS	3/16÷1½	0,109÷68	max. 350	-50÷+150	lichide diverse	—	±0,5
	PQS	1/2÷2	0,52÷76,3	max. 350	-50÷+150	lichide diverse	—	±0,5
	PRS	1-1½	2,3÷68	max. 350	-200÷+150	lichide diverse	—	±0,5

Caracteristicile de utilizare ale contoarelor HELIFLU

Tabelul 2

TIP DEBITMETRU HELIFLU	036	1	5	13	70	150	300	800
Număr de impulsuri pe litru	6,400	2.560	256	64	16	4	2	0,5
Debit minim [m³/h]	0,022	0,060	0,300	0,700	1,500	6	18	36
Debit maxim [m³/h]	0,360	1	5	18	70	150	300	800
Debit accidental [m³/h]	0,500	1,250	7	25	80	200	400	1.200
Căderi de presiune [bar]	0,40	0,50	0,30	0,50	0,4	0,30	0,25	0,25

Forma constructivă aleasă și componența contorului cu palete radiale este prezentată în figurile 7, 8.

Contorul are în componența sa un corp de formă specială, prevăzut la capete cu flanșe, iar în zona centrală cu un orificiu cilindric, dispus perpendicular pe axul de curgere a fluidului. Corpul este confecționat din oțel

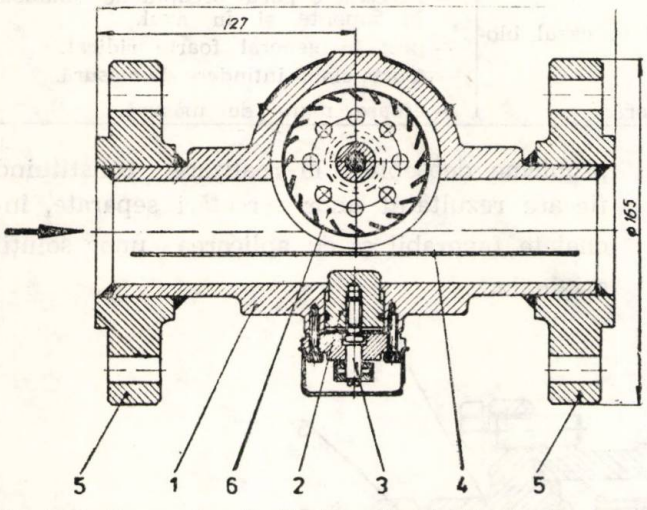


Fig. 7 Secțiunea longitudinală prin debitmetrul cu turbină tip DTL-2-100.
1. Corp debitmetru
2. Sistem de reglare
3. Ax filetat
4. Diafragmă
5. Flanșă
6. Rotor cu palete

aliat, sau inoxidabil, turnat în modele de precizie. Un rotor cu palete radiale, dispuse la exteriorul unor discuri solidare cu butucul rotorului, se află plasat în interiorul oficiului cilindric, în poziție perpendiculară pe linia de curgere a fluidului. Rotorul se află montat pe un ax, care se rotește în bucșe-lagăr, realizate din carburi sinterizate. Lagărele sînt montate unul în corpul contorului, celălalt în capacul de închidere a orificiului în care se plasează rotorul.

Sub acțiunea jetului de fluid care se scurge prin contor, rotorul este antrenat în mișcare de rotație, direct proporțională cu viteza fluidului, respectiv cu cantitatea de fluid care trece prin contor. Mișcarea rotorului se transmite la exterior, prin intermediul unui cuplaj magnetic special, fie la un dispozitiv mecanic de contorizare a turațiilor, cu afișarea debitului pe

Condiții tehnice impuse aparaturii pentru măsurarea debitelor

Tabelul 3

1. GAMA DE VARIAȚIE A PARAMETRILOR	
— debite măsurate, [m³/h]	
— diametre nominale, [in]	1/4, 1/2, 3/4, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12
— presiuni de lucru, [bar]	40 64. 100. 250, 400
2. CONDIȚII DE LUCRU	
— natura fluidului	fluide de foraj, țiței brut, produse petroliere albe, uleiuri, gaze naturale, gaze diferite
— caracterul fluidului	neutru sau coroziv, abraziv, clar sau murdar, cu incluziuni solide (nisip, argilă — particole 1—10 mm)
— șocuri și vibrații	
— atmosferă explozivă	
— temperatura mediului ambiant	—40°C la +60°C
— condiții TH	
3. PRECIZII DE MĂSURĂ	
— pt. fluide de foraj	1—2 %
— pt. țiței, apă sărată și amestecuri	0,5—1 %
— pt. produse albe, uleiuri	0,2—0,5 %
— pt. gaze	0,1—1 %
4. AFIȘARE REZULTATE	
— local, cu dispozitiv mecanic de contorizare	
— la distanță, cu sistem electronic și captor inductiv.	

tamburi cifrați, fie la o bobină fixă, cuplată la o schemă electronică de contorizare și afișare a debitului.

Contorul astfel realizat, în mai multe tipodimensiuni și pentru mai multe presiuni de lucru, este prezentat în tabelul 5, care conține caracteristicile tehnice principale ale întregii game, inclusiv cele propuse a se asimila în viitor.

Rezultatele tuturor experimentărilor efectuate cu contorul (de presiune, de etalonare și

Analiza critic-comparativă a diverselor tipuri de aparate pentru măsurat debite

Tabelul 4

	Avantajele aparatelor cu rotor	Dezavantajele aparatelor cu rotor
Cu secţiune liberă de trecere	— Independenţa informaţiilor faţă-n faţă cu masa volumetrică a fluidului. — foarte mare întindere a plajei de măsură. — proporţionalitatea informaţiei cu debitul. — foarte mare precizie de măsură. — indicarea directă a volumului circulat (cazul contoarelor cu transmisie şi indicare mecanică).	— înregistrare secvenţială (afară de transmisia mecanică). — prea complicate. — o mai mică suplеţe de utilizare. — riscul uzării elementelor în mişcare. — întreţinere şi reparare costisitoare. — inadaptabile pentru măsurări de debite la lichide purtătoare de corpuri solide (mai puţin cele cu rotor cu palete radiale pînă la o anumită dimensiune a particulelor).
Cu contoare de volum foarte precise Cu pistoane alternative sau oscilante pentru lichide) Cu membrane suple sau cu pistoane rotative (pentru gaze)	— mai puţin voluminoase la debit egal. — absenţa pulsaţiilor în debite. — o foarte slabă pierdere a funcţiei. — foarte uşor de construit pentru debite foarte mari. — neîntreruperea curgerii în cazul blocării rotorului. — greutate scăzută. — întreţinere foarte uşoară.	— înregistrare secvenţială (mai puţin la cele cu indicator mecanic). — necesită sursă de energie auxiliară (mai puţin cele cu indicator mecanic). — necesită o parte dreaptă de conductă în amonte şi în aval. — preţ în general foarte ridicat. — foarte slabă întindere de măsură. — eroare mare de măsură.

de verificare a domeniului de lucru) confirmă toate pretenţiile iniţiale ale caracteristicilor tehnico-funcţionale.

Cîteva din părţile componente ale contorului (lagărele, cuplajul magnetic şi rotorul) au pus probleme deosebite la realizare constituind fiecare rezultatul unor cercetări separate, încheiate favorabil şi cu aplicarea unor soluţii originale.

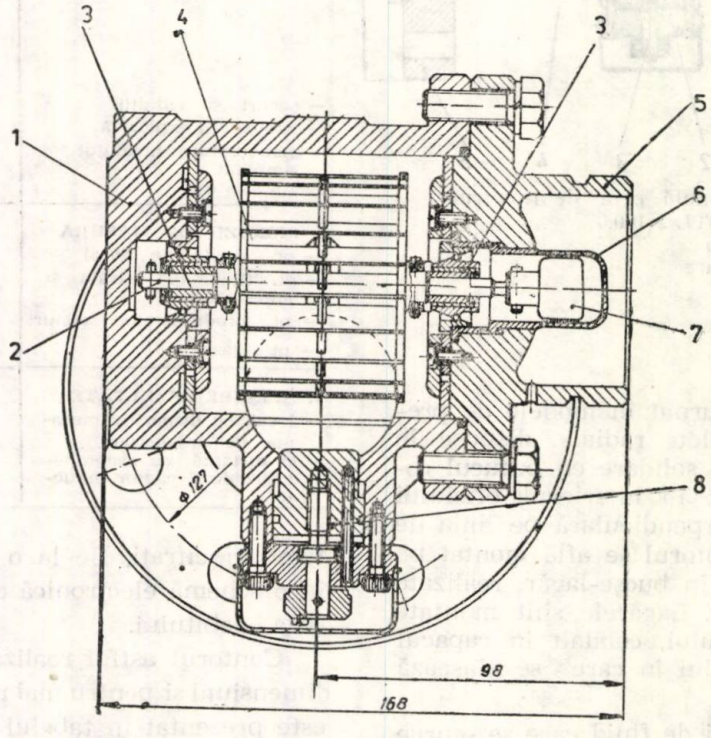


Fig. 8 Secţiune transversală prin debitmetrul cu turbină tip DTL-2-100.

1. Corp debitmetru
2. Ax rotor
3. Lagăr
4. Rotor cu palete
5. Capac
6. Teacă protecţie
7. Corp magnetic
8. Sistem reglare

Caracteristicile tehnice ale contoarelor cu rotor în curs de asimilare la I.P.C.U.P. Ploiești.

Tabelul 5

Denumirea	Tipul constructiv	Dn [in]	Pn [bar]	Domeniul de măsură [m³/h]	Temperatura de lucru [C]	Produse măsurate	Precizia [%]
Debitmetru pentru lichide tip DTL—1—100	Rotor cu palete cu axul dispus transversal vînei de fluid	1	100	3÷14	—10÷+50	țiței apă sărată alte lichide clare sau murdare	1
Debitmetru pentru lichide tip DTL—2—100		2	100	10÷57	—10÷+50		1
Debitmetru pentru lichide tip DTL—3—100		3	100	18÷85	—10÷+50		1
Debitmetru cu turbină tip DT—1/2—100	Turbină cu axul dispus longitudinal	1/2	max. 100	0,3÷5	—10÷+50	lichide corozive $\nu \leq 100$ cSt	0,5
Debitmetru cu turbină tip DT—1—100		1	max. 100	0,7÷18	—10÷+50		0,5
Debitmetru cu turbină tip DT—2—100		2	max. 100	1,5÷70	—10÷+50		0,5
Debitmetru cu turbină tip DT—4—100		4	max. 100	6÷150	—10÷+50		0,5
Debitmetru cu turbină tip DT—6—100		6	max. 100	18÷300	—10÷+50		0,5
Debitmetru cu turbină pt. gaze tip DTG—2—100		2	max. 100	10÷100	— 5÷+50	gaze	0,5
Debitmetru cu turbină pt. gaze tip DTG—4—100		4	max. 100	20÷400	— 5÷+50		0,5
Debitmetru cu turbină pt. gaze tip DTG—6—100		6	max. 100	50÷1000	— 5÷+50		0,5

*) Se vor putea asimila contoare rezistente la presiuni superioare (100 ÷ 400 bar)

Bazîndu-se pe experiența proprie, acumulată la asimilarea acestei game și acestui tip de contor, am trecut la cercetarea și asimilarea unui contor destinat a măsura debitele de gaze și lichide curate și omogene.

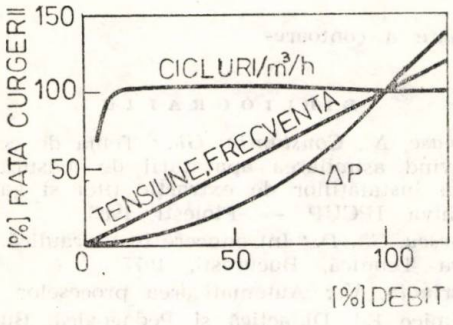


Fig. 9 Curbele caracteristice ale sistemului electronic de măsură.

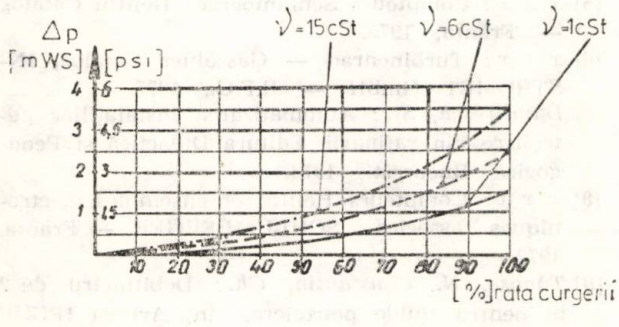


Fig. 10 Căderile de presiune prin contor.

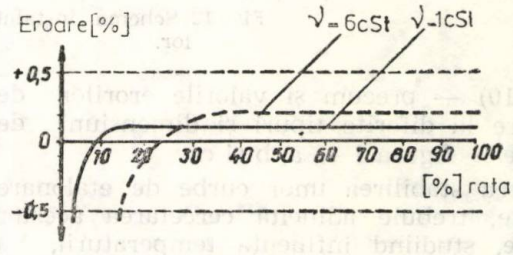
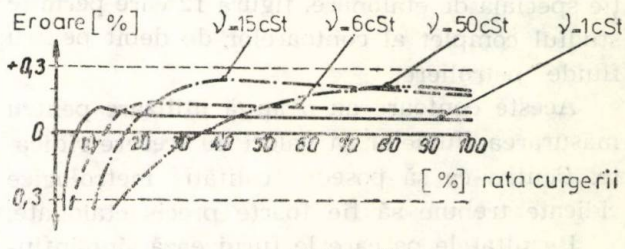


Fig. 11 Erori și precizii de măsurare pentru contoare „BROOKS".

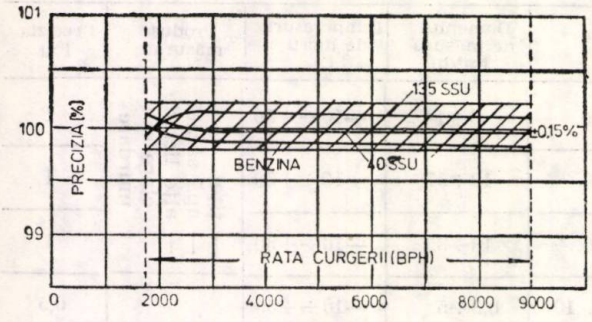
a) Dn=1"



b) Dn=8"

Acest nou tip de contor este de tipul celor echipate cu rotor cu dublă elice. Gama de tipodimensiuni pe care o vom asimila va per-

mite măsurarea de debite cuprinse între 0,2 și 10.000 m^3/h, pentru presiuni de pînă la 100 bar.



c) Dn = 10"

În continuare vom arăta alura curbelor caracteristice ale sistemului electronic de măsură (fig. 9) căderile de presiune din contor — figura 10) — precum și valorile erorilor de măsurare la diferite tipuri și dimensiuni de contoare — figura 1 — a, b și c

Pentru stabilirea unor curbe de etalonare complete, trebuie adîncită cercetarea acestor contoare, studiind influența temperaturii, a vîscozității și a fenomenului de cavitație și determinate pierderile de presiune. Pentru toate aceste determinări este necesară o instalație specială de etalonare, figura 12 care permite studiul complet al contoarelor de debit pentru fluide petroliere.

Aceste contoare au o largă utilizare pentru măsurarea fluidelor la valori de trecere ridicate. Pentru ca să posede calități metrologice ridicate trebuie să fie foarte precis etalonate.

Rezultatele pe care le furnizează sînt influențate în diverse grade de următorii factori :

— masa volumică, vîscozitatea și temperatura produsului care se măsoară ;

— debitul și pentru gaze, presiunea ;

— rezistența pasivă ;

— gradul de uzură al lagărelor.

Ultimii doi factori sînt dependenți de aparat, gradul de uzură micșorînd puțin cîte puțin sensibilitatea și fidelitatea.

Concluzii

■ Realizarea în țară a unor astfel de aparate (contoare) pentru debite, aduce importante avantaje economice, eliminînd importul și crează premisele de export ale unui nou aparat din seria celor destinate instalațiilor de foraj și de extracție țiței și gaze.

■ Aplicabilitatea aparaturii nu este limitată, putîndu-se folosi și în alte domenii ale tehnicii.

■ Este o aparatură robustă, sigură și destul de precisă.

■ Aplică o serie de soluții originale.

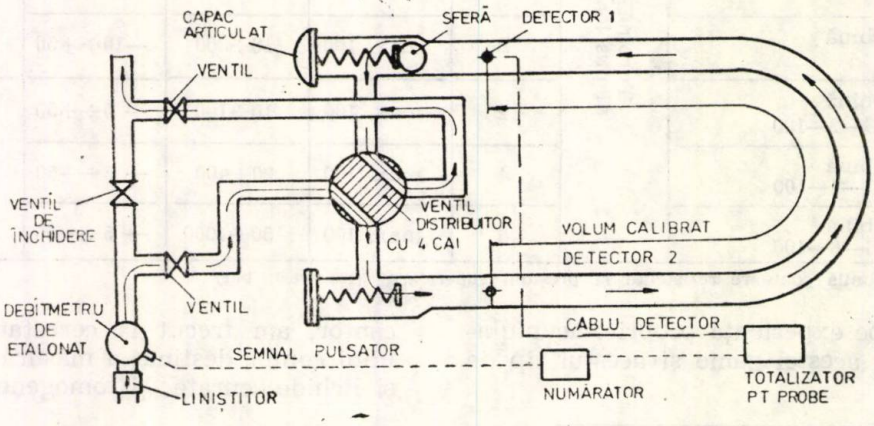


Fig. 12 Schema instalației de etalonare a contoarelor.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Tănase, N., Constantin, Gh.* : Tema de cercetare privind asimilarea aparaturii de măsură destinată instalațiilor de extracție țiței și gaze în : Arhiva IPCUP — Ploiești 1983.

[2] *Ionescu, Gh. D.* : Introducere în hidraulică. Editura Tehnică, București, 1977.

[3] *Marinoiu, V.* : Automatizarea proceselor petrochimice Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1979.

[4] *x x x* : Rockwell Mfg. Co. — Compteur a turbine. Brevet Franța nr. 1307.256, 1960.

[5] *x x x* : Compteurs Schlumberger Heliflu Catalog — Franța, 1975.

[6] *x x x* : Turbinenrad — Gaszähler Catalog, INSTROMET GmbH — R.F.G., 1977.

[7] *Dumitrescu, St.* : Automatizarea instalațiilor petroliere din rafinării. Editura Didactică și Pedagogică București, 1973.

[8] *x x x* : Compteurs Heliflu et ensembles electroniques associes. SCHLUMBERGER — Franța, 1972.

[9] *Tănase, N., Constantin, Gh.* : Debitmetru de 2 in pentru fluide petroliere. In: Arhiva IPCUP Ploiești, 1983.

[10] *Tănase, N., Koncz, Gh., Constantin, Gh.*: Debitmetru de 1 in pentru fluide petroliere. In: Arhiva IPCUP Ploiești, 1984.

[11] *x x x*: Brooks series 4900 Turbine Flowmeters BROOKS-EMERSON — S.U.A., 1971.

[12] *x x x*: Instruments Catalogue 1977. KENT INSTRUMENTS — S.U.A.

[13] *x x x*:Debitmetres à rotor helicoidal. In: Techniques de l'ingénieur nr. 12, 1972 (R 2281-1 la R 2281-10).

[14] *Howard, P., Kallen*: Handbook of Instrumentation and Controls. Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1961.

[15] *Tănase, N., Constantin, Gh.*: Contoare pentru măsurarea debitelor fluidelor petroliere. Referat prezentat la sesiunea științifică: „Aplicarea în industrie a elementelor fluidice, pneumatice și hidraulice de automatizare" — Ploiești, decembrie, 1983.

[16] *x x x*: „Composite Catalog", ed. 1972—1973, 1974—1975, 1980—1981, 1982—1983, S.U.A.

CZ : 331.015.11

Restabilirea relațiilor de lucru ergonomice pentru sondorul șef

Ing. Ion **COSTIN**, ing. Alcibiade **MIHĂILESCU**, ing. Alexandru **RĂDULESCU**, ing. Vladimir **POPOVICI** — I.P.C.U.P. Ploiești

În sens ergonomic, relațiile dintre sondorul șef, instalația de foraj și locul de muncă, situat în aer liber, pe podul sondei la pîrghia de manevră a frînei și lîngă pupitrul de comandă, sondorul șef are atribuții de supraveghere și lucru efectiv intens, în perioada de manevre, și de supraveghere intensă și lucru efectiv, în perioada de foraj. În ambele perioade, locul de muncă este același.

De-a lungul timpului sondele s-au adîncit, tehnologiile de foraj au progresat fundamental, instalațiile s-au mărit în capacitate și complexitate, însă influența factorilor de ambianță sau de mediu asupra performanței sondorului șef nu a fost luată în considerare. De peste 70 ani, poziția de lucru a sondorului șef este fixă, lîngă dispozitivele de comandă și pîrghia de frînă. Prin natura operațiilor stă în picioare, neacoperit, sau foarte sumar adăpostit. Este permanent expus zgomotului, iluminării soarelui ziua sau iluminării artificiale noaptea, climatului cu umiditate scăzută sau cu umiditate mare pe timp de ploaie sau ceață, cu vizibilitate bună sau proastă (cînd este ceață, sau ploaie, sau vînt), cu diferențe importante de temperatură între zi și noapte și variații foarte mari între vară și iarnă.

Ariditatea, ploaia, ceața, zăpada, căldura zilelor de vară sau frigul nopților de iarnă sînt factori de mediu cu limite mari de variație, care ar trebui să se încadreze între limitele psiho-fiziologice ale omului, limite condiționate de particularitățile structurale și funcționale ale sistemului nervos al fiecăruia.

Factorii de mediu influențează mecanismele reglatorii ale organismului uman. Omul se adaptează destul de ușor condițiilor de muncă, totuși, proporțional cu asprimea factorilor de ambianță, oboseala și posibilitățile de a greși cresc, iar capacitatea sensorială scade.

Sondorul șef, pe lîngă gradul mare de solicitare (amplificat de condițiile de mediu), are în permanență obligația supravegherii, care constă în urmărirea directă și indirectă a operațiilor și a funcționării echipamentelor, în vederea sesizării abaterilor de la modul normal de execuție sau funcționare. Supravegherea este cu atît mai eficientă, cu cît informațiile sînt mai clare și mai rapid percepute. Dintr-un număr mare de informații percepute cît mai clar, există probabilitatea prelucrării corecte și luării celor mai bune decizii.

Optimizarea nu este decît alegerea celor mai bune soluții dintr-un număr mare de soluții, respectiv informații.

Sondorul șef, datorită condițiilor de lucru, are un număr mic de grade de libertate. La un moment dat, în timpul extragerii sau introducerii unui pas, stă în picioare, cu mîna stîngă pe manetele de comandă de la pupitrul de comandă al instalației, cu mîna dreaptă pe pîrghia frînelor desfăcute de pe tamburi și cu privirea orientată asupra lucrului sondorilor de la gura puțului, așa cum se vede în figura 1. Macaraua se ridică, sau se coboară, tot sub supravegherea sa. Cînd elevatorul este în dreptul podarului, sondorul șef stă cu mîna stîngă pe manetele de comandă a tobei troliului, cu mîna dreaptă apasă pe pîrghia benzilor de frînă, iar privirea este orientată în sus, aproape de verticală, cu capul mult dat pe spate, ca în figura 2.

În cursul forajului, sondorul șef este obligat să stea permanent lîngă pupitrul de comandă și pîrghia de frîne. Pentru aplicarea tehnologiilor impuse, sondorul șef are nevoie, permanent, de informații, care sînt procurate prin vizualizarea aparaturii de pe pupitrul de comandă și indicatorul de greutate, prin inter-

mediul sondorilor, sau prin deplasare directă la locul respectiv. În cazul aplicării unei optimizări a procesului de foraj, este necesar să cunoască, în permanență, valoarea unui număr cît mai mare de parametri și reacțiile acestora la unele modificări introduse.

Fig. 1

Fig. 2

Astfel, extragerea sapei de la 6000 m durează minimum opt ore, adică un schimb complet, timp în care sondorul șef împreună cu echipa sa repetă de 220 ori toate operațiile de extragere a unui pas. Cea mai importantă solicitare a sondorului șef este legată de sondorul podar. În timpul extragerii sau introducerii unui pas, în circa 2,5 minute, sondorul șef ridică privirea din dreptul mesei rotative spre pod de 3 sau 4 ori, adică de la poziția normală cu privirea orizontală, dă capul mult pe spate, cu privirea orientată pe verticală, trebuind să-și acomodeze ochii brusc la distanța de 25—30 m, cu altă luminozitate și complet alte imagini.

Poziția incomodă, solicitările multiple și dificile, fluxul continuu de informații, perceperea lor și necesitatea luării de decizii și de transmitere către organele de execuție fac ca munca sondorului șef să fie extrem de grea și există pericolul iminent de greșeli generatoare de accidente.

Datorită necesității unei legături vizuale directe cu sondorul podar, sondorul șef nu poate fi acoperit ; datorită pîrghiei benzilor de frînă poziția sondorului șef este fixă și obligatorie ; datorită poziției lui fixe, pupitrul de comandă a instalației trebuie să fie plasat în stînga sa și cu manetele distribuite pe lungimea brațului stîng.

Frînarea sarcinilor în coborîre se execută prin frîne cu benzi și frîne auxiliare hidraulice sau electrice. Ultimele frîne sînt pentru preluarea momentelor de frînare mari și pentru menținerea oarecum constantă a vitezelor de coborîre. Frînele cu bandă sînt necesare pentru perioadele de decelerare și oprire a sarcinilor și în special pentru perioada de foraj.

Sistemul de frîne cu benzi, adoptat de instalațiile de foraj și de intervenție, este prin coborîre liberă a sarcinilor și aplicarea progresivă a momentului de frînare de către operator, care acționează direct asupra benzilor de frînă.

Forajul, respectiv avansarea sapei, se execută prin slăbirea benzilor de frînă de către sondorul șef și derularea liberă a tobei troliului.

Acest sistem de comandare a frînei a fost aplicat la troliile mici de început al forajului rotativ, hidraulic, și a rămas absolut nemodificat pînă la instalațiile mari de astăzi de tipul F—900. Momentul de frînare, respectiv forța din capetele mobile ale benzilor de frînă, T a crescut considerabil, în timp ce forța manuală a sondorului șef F a rămas aceeași. Raportul de amplificare a forței manuale, scris după figura 3, se exprimă prin relația :

$$R = F/2T_2$$

În tabelul 1 s-au determinat rapoartele de amplificare a forței manuale a sondorului șef F = 200 N, pentru diferite trolii ce se execută astăzi.

În tabelul 1 se utilizează următoarele notații :

L — este adîncimea sondei de săpat ;

P — forța în cablu la toba troliului ;

D_m — diametrul mediu de înfășurare a cablului pe tobă ;

D_f — diametrul de înfășurare a benzii pe tambur;

T_1, T_2 — forțele dezvoltate în capetele celor două benzi de frînă ;

R — raport de amplificare.

Raportul de amplificare a forței manuale a sondorului șef pentru diferite trolii de foraj

Tabelul 1

Tip troliu/instalație	L [m]	P [kN]	D_m [mm]	D_f [mm]	$2T_1$ [kN]	$2T_2$ [kN]	R
TF—15/F 100	2300	150	532	1092	83,3	10,3	1/51
TF—20/F 125	2800	200	636	1170	123,3	14,7	1/74
TF—25/F 200	4000	250	798	1300	175,0	21,5	1/107
TF—38/F 320	6000	380	896	1470	259,5	27,9	1/140
TF—44/F 400	7000	440	896	1470	300,0	32,3	1/161
TF—55/F 500	10000	550	1028	1670	379,5	40,8	1/200
TF—77/F 900	>10000	770					

Din punct de vedere constructiv, rapoartele de amplificare pentru primele mărimi de trolii se realizează prin pîrghii, iar pentru troliile mari, prin pîrghii și excentric. La troliile TF-55 și TF-77, acest raport nu se mai poate realiza complet. Astfel, pentru troliul TF-77, pentru

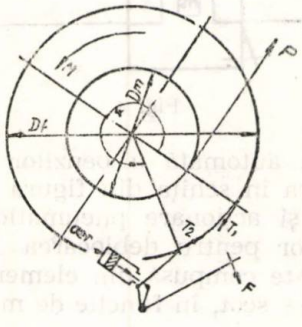


Fig 3

realizarea momentului maxim de frînare, forța pe care trebuie să o dezvolte sondorul șef este cu mult mai mare ca greutatea sa (1200 N).

Totuși, pentru realizarea raportului de amplificare complet, troliile mari au în dotarea frînelor un servomotor pneumatic, comandat de sondorul șef de la pupitrul de comandă și care amplifică forța sa manuală, așa cum se observă în figura 3.

Sistemul de frînare directă asupra sarcinilor în liberă cădere este folosit numai în utilajul petrolier. La troliile mașinilor miniere de extracție, sau la macarale și poduri rulante mari, frînarea sarcinilor se realizează printr-un sistem acționat prin forța gravitației (contragreutate), sau resoarte, sau alte sisteme independente de om. Sarcinile sînt automat frînate, iar eliberarea lor se realizează de aer care acționează asupra sistemului de frînare, prin dispozitive pneumatice, hidraulice, electrice, electromagnetice sau mixte. În acest mod, nu mai există un sistem de acționare manual prin pîrghii.

Pentru modificarea relațiilor de muncă ale sondorului șef, se propune introducerea unor noi aparaturi și noi echipamente și realizarea unor modificări la actualele instalații de foraj.

Un sistem de televiziune cu circuit închis, prin camere de luat vederi plasate în puncte de interes, aduce pe ecranul monitorului imaginea sondorului podar în toate operațiile pe care le execută, precum și imaginile habelor de aspirație ale pompelor, sitele vibratoare, prevenitoarele de erupție, echipamentele de preparare a fluidului de foraj, cadranele aparatelor din cabina tehnologică etc. Atît în perioada de manevră, cît și în perioade de foraj, imaginile care interesează pot fi vizionate permanent, sau atunci cînd sînt necesare modificări în procesul tehnologic al unei operații.

Prin introducerea televiziunii cu circuit închis, se suprimă obligativitatea de vizualizare directă a sondorului șef și de obținere a informațiilor sporadice, prin intermediari sau deplasări la puncte obligate.

Inversarea sistemului de frînare a tobei troliului, prin sistem permanent frînat, sub efectul unei forțe exterioare cu acțiune permanentă și necomandată, de tipul forței de atracție gravitațională, forță a unui element deformat elastic (resort, bară de torsiune, arc de orice tip), forță creată de presiune acumulată (mediu gazos sau lichid cu pernă de aer), forță electromagnetică și altele, mărește siguranța în funcționare. Manevrarea sarcinilor la ridicare sau la coborîre, precum și forajul se realizează prin comandarea de către sondorul șef a desfacerii benzilor de frînă, prin sisteme uzuale cu comandă mecanică, pneumatică, hidraulică, electrică sau combinate, depunînd numai efortul minim necesar comutării dispozitivului de comandă (manete, rozete). Acest sistem are avantajul că toba troliului se frînează automat, atît în cazul anulării comenzii de frînare dictată de sondorul operator, cît și în cazurile de defectare a sistemelor de comandă și actionare a defrînării tobei, sau de pierdere accidentală a facultăților de control și acțiune ale operatorului.

Prin introducerea sistemului de frînare automat și intervenția operatorului asupra acestui sistem, pentru eliberarea tobei prin sisteme pneumatice sau hidraulice, fără depunere de efort fizic, se suprimă blocarea sondorului șef în poziția fixă și neergonomică actuală.

Prin introducerea simultană a televiziunii cu circuit închis, se elimină primirea și perceperea informațiilor, direct, relațiile vizuale cu persoane sau aparate, iar prin introducerea comenzii mecanizate asupra benzilor de frînă, se elimină complet efortul fizic și poziția fixă, actuală, a sondorului șef care capătă mai multe grade de libertate. Echipamentele și aparatura nou introduse creează condiții de mediu noi, de climatizare și poluare sonoră.

Datorită poziției fixe a sondorului șef, pupitrul de comandă actual este plasat obligatoriu în stînga sa și cu manetele de comandă plasate la lungimea brațului său stîng. Din această cauză, pupitrul de comandă s-a extins în jos pînă aproape de podea, în sus peste 2 m (pentru cadrane și aparate), lateral peste 1 m, iar unele manete, rozete și butoane se fixează și pe pereții laterali. Unele pupitre auxiliare se montează direct peste pupitrul de comandă sau, în unele cazuri, se plasează în dreapta, sau chiar în spatele sondorului șef. În aceste condiții, pupitrul de comandă a devenit neergonomic.

Sondorul-șef, fiind deblocat de actualele servituți, poate fi adăpostit într-o cabină închisă, izolată termic și fonic. Cabina urmează a fi plasată aproximativ în locul pupitrului de comandă, însă mai retrasă. Dacă nu este spațiu suficient, se poate fixa în consolă cum este montată cabina actuală. Partea superioară a cabinei și acoperișul se prevăd a fi executate din sticlă incasabilă, pentru ca sondorul șef, instalat într-un fotoliu, să cuprindă în cîmpul său vizual podul sondei, inclusiv fața mesei rotative, pentru supravegherea lucrului sondorilor la gura puțului. În fața scaunului său, de-a lungul pereților, se plasează pupitrul de comandă plasate după frecvența intervențiilor, precum și cu cadranele aparatelor importante. Lateral, sau în spate, se vor plasa pupitre de intervenții rare, cum este comanda preventoarelor. În dreapta și cu accesibilitate permanentă, se va plasa maneta de comandă a ventilului de reglare pneumatică sau hidraulică a frînelor cu bandă.

În dreapta se plasează indicatorul de greutate, iar în stînga, pe o măsuță, monitorul, telefonul, interfonul și registrul de evidență a sondorului șef.

În acest mod, actuala cabină a sondorului șef se poate elimina.

În figura 4, este prezentată cabina ergonomică a sondorului șef.

Pentru o instalație de foraj de medie sau mare adîncime, s-a propus plasarea camerelor de luat vederi la podul podarului, la haba de aspirație a pompelor, la beciul sondei, la sitele vibratoare, (de preparare a noroiului). Toate camerele de luat vederi sînt cuplate la monitorul din cabina sondorului șef și la un alt monitor plasat în biroul inginerului șef. Se poate introduce, după caz, și un al treilea monitor pentru brigadier. Toate camerele de luat vederi se pot orienta ușor asupra cîmpului de ținut sub observație.

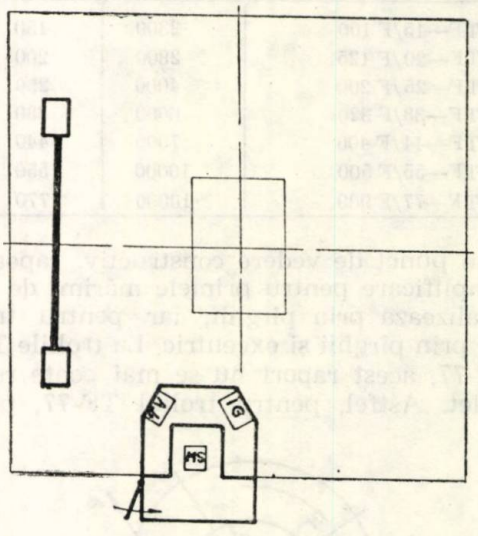


Fig. 4

Frînarea automată a benzilor de frînă se realizează ca în schița din figura 5, prin contragreutăți și acționare pneumatică, printr-un servoreductor pentru deblocarea lor. Contragreutatea este compusă din elemente ce se introduc sau se scot, în funcție de momentul maxim de frînare cerut de sondă. În acest mod, se protejează benzile de frînă și nu se acționează inutil asupra momentului maxim de frînare al troliului.

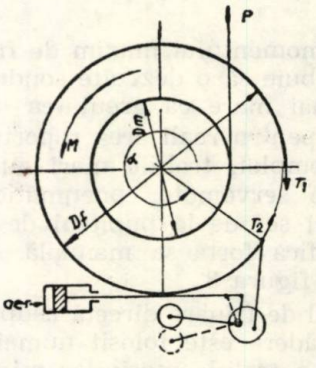


Fig. 5

În timpul manevrelor, benzile acționează asupra troliului la frînarea sarcinilor în liberă cădere cu viteze mari și la oprirea acestora cînd se dezvoltă decelerații mari ; se acționează repede de la momente mici la momentul maxim de frînare. În timpul forajului, se acționează cu manevrări fine asupra benzilor, menținînd foarte aproape condițiile de echilibru între

momentul activ și momentul de frînare. Pentru rezolvarea acestei probleme, se folosește un ventil cu presiune reglabilă, care acționează asupra servomotorului, respectiv asupra benzilor de frînă. Ventilul de reglare se comandă printr-o manetă care, prin apăsări mari, acționează repede asupra benzilor în perioadele de manevră, și prin apăsări fine, pentru perioadele de foraj. Cu toate că acționarea benzilor de frînă este inversată față de sistemul actual, comanda manetei ventilului de reglare s-a păstrat în același sens ca și pentru pîrghia actuală a sondorului șef.

Prin introducerea cabinei ergonomice cu dotările sale, se modifică fundamental condițiile de lucru, stabilindu-se alte relații între om, mașină și mediu de muncă. Prin introducerea modificărilor arătate, munca sondorului șef este mai atractivă. Are posibilitatea de a primi un număr mai mare de informații utile, de percepere a lor simultană, de prelucrări mai simple, de a lua decizii mai corecte și a le transmite prompt la organele de execuție. Lucrînd în condiții ergonomice, pregătirea tehnică a sondorului crește. Gradul mai înalt de pregătire ordonează mult mai ușor și mai precis informațiile noi primite, mărește capacitatea de percepere a senzațiilor, micșorează gradul de incertitudine, reduce greșelile, mărește atenția, elimină rutina.

Cabina ergonomică a sondorului șef, împreună cu toate propunerile făcute, se poate adapta la orice instalație de foraj, sau chiar de intervenție, nouă, sau existentă. Modificările aduse sînt minime. Costul unei instalații de foraj, la care s-au introdus modificările preconizate, este mai mare cu circa 3 %, față de costul unei instalații normale. În schimb, gradul de competitivitate va crește apreciabil.

CZ : 621.313 : 665.5

Contribuții la realizarea aparaturii pentru investigarea geofizică a sondelor prin metoda carotajului inductiv

Dr. ing. Alexandru **BABSKOW**, dr. ing. Sergiu **DUMITRESCU**, ing. Gheorghe **MANU**, sing. Nicolae **NIȚU** — I.P.C.U.P. Ploiești

Aplicabilitatea carotajului inductiv în investigarea geofizică a sondelor

Metoda curenților de inducție (carotajul inductiv) a fost introdusă inițial în practica geofizicii de sondă de către Doll [1], în scopul asigurării investigării formațiunilor geologice traversate de găuri de sonde forate cu fluide pe bază de produse petrolifere.

Dispozitivul de investigare prin carotajul inductiv este constituit dintr-un sistem de bobine de inducție (fig. 1) clasificate astfel :

— bobinele principale: **E** — emițătoare, care induce un cîmp electromagnetic în elementul de rocă și **R** — receptoare, care sesizează efectul conductivității elementului de rocă asupra propagării cîmpului electromagnetic ;

— bobinele de focalizare/compensare, $F_1 \ldots F_4$, care asigură obținerea unor caracteristici de răspuns selectiv, atît pe verticală, — „focalizare", cît și pe orizontală — „selectivitate".

Aceste caracteristici sînt importante din punctul de vedere al proprietății dispozitivului de carotaj inductiv de a reflecta valoarea conductivității reale, respectiv a rezistivității reale a unui strat colector poros-permeabil, care la rîndul său reflectă conținutul în fluide al acestuia (hidrocarburi și/sau apă de zăcămînt).

În graficul din figura 2 este prezentat domeniul de aplicabilitate al metodelor de inducție, în comparație cu metodele focalizate (de tip „laterolog"), în funcție de caracteristicile principale ale formațiunilor geologice și fluidului de foraj, respectiv porozitatea, m, rezistivitatea apei de zăcămînt, ρ_{ai} și a fluidului de foraj, ρ_n.

Caracteristicile de directivitate ale dispozitivului de carotaj inductiv în ipoteza modernă a propagării undelor electromagnetice

Evaluarea răspunsului dispozitivului se efectuează pornind de la ecuațiile lui Maxwell pentru propagarea cîmpului electromagnetic [2, 3, 4, 5, 6, 7]. Aceste ecuații conduc la for-

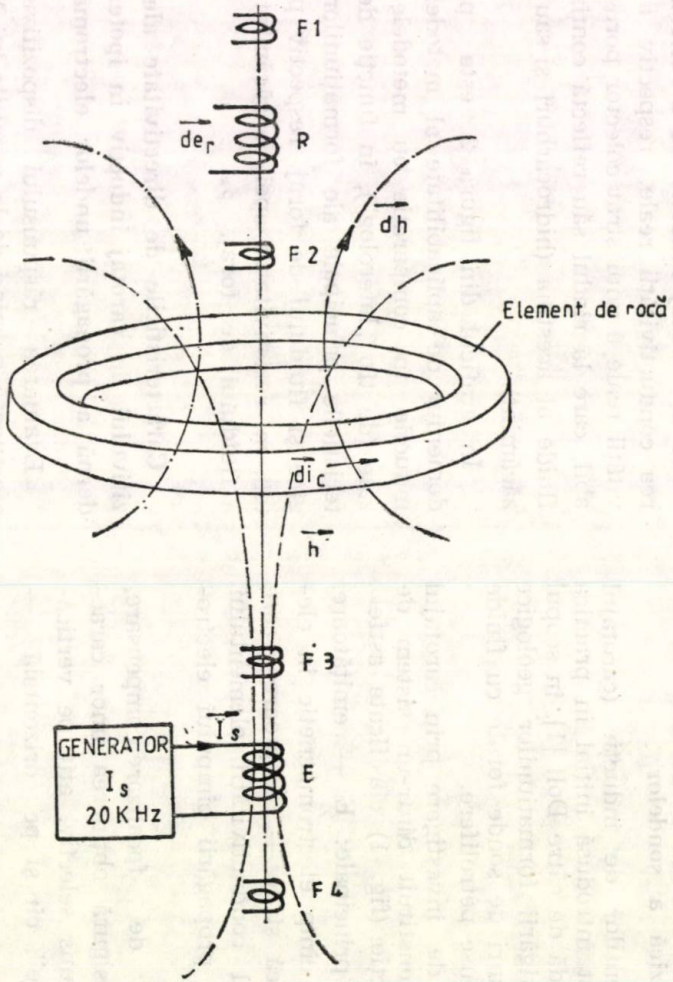


Fig. 1 Principiul dispozitivului de investigare pentru carotaj inductiv :

E — bobina emiţătoare ; R — bobina receptoare ; F1 ... F4 — bobine de compensare/focalizare ; I_s — curentul emiţător ; h — cîmpul magnetic primar ; di_c curentul de circulaţie, dh — cîmpul magnetic secundar, de_r — t.e.m. receptoare.

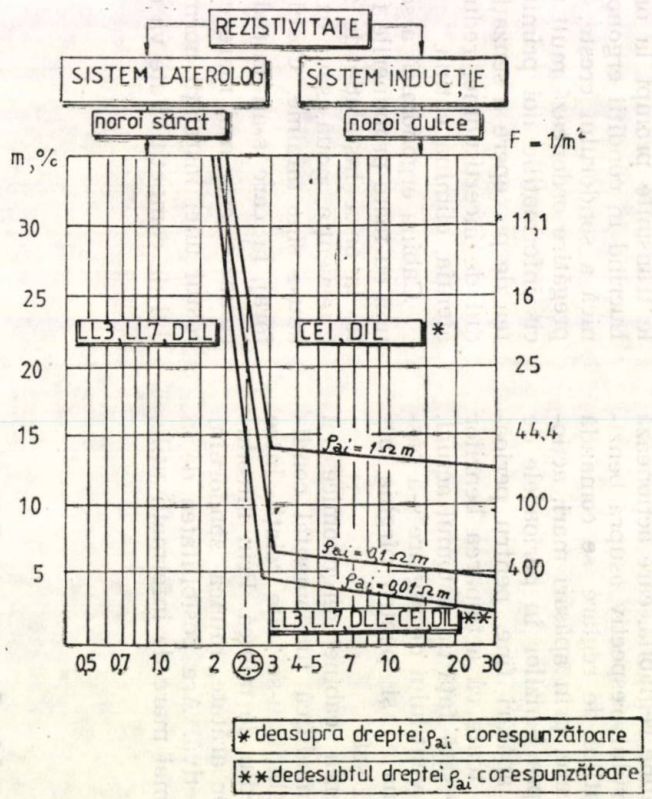


Fig. 2 Domeniul de aplicabilitate al dispozitivelor de inducţie şi focalizate :

CEI — carotaj electric inductiv ; DIL — dual inducţie laterolog ; LL3 — laterolog 3 ; LL7 — laterolog 7 ; DLL — dual laterolog ; m — porozitate ; F — factor de formaţie ; ρ_{ai} — rezistivitatea apei de zăcămînt ; ρ_{fn} — rezistivitatea filtratului de noroi.

mularea fenomenului de propagare prin ecuația lui Helmholtz în termenii potențialului vector, $\vec{A}$, de forma :

$$\Delta\vec{A} + k^2\vec{A} = \vec{J}_s \qquad (1)$$

unde Δ reprezintă operatorul Laplaceian.

$\vec{J}_s$ — densitatea de curent imprimat al sursei, din bobina E (fig. 3);

k — constanta de propagare, definită prin relația :

$$k^2 = j\omega\mu(\sigma - j\omega\varepsilon) = \frac{2j}{\delta^2} \qquad (2)$$

în care, σ, ε și μ, reprezintă parametrii fizici ai mediului, respectiv conductivitate, constantă electrică și permeabilitate magnetică, iar δ, adîncimea de efect pelicular („skin-effect"), care scoate în evidență influența atenuării deviației de fază a cîmpului magnetic în timpul propagării.

unde :

— G_P (r', z') reprezintă factorul geometric de „propagare", care exprimă ponderea cu care fiecare element de mediu — de coordonate (r', z') și de conductivitate $\sigma(r', z')$, contribuie la semnalul de conductivitate σ_a indus în bobina **R** ;

— G_D (r', z') — factorul geometric în ipoteza — formulată de Doll — a inducției electromagnetice, fără luarea în considerare a fenomenului de propagare ;

K — constanta de dispozitiv.

Factorul geometric poate fi reprezentat în plan vertical și în plan radial. Astfel, prin integrarea contribuției unui strat orizontal, de grosime infinit mică, se obține caracteristica de investigare verticală $G_p^V = (f(z'))$, reprezentată grafic în figura 4, pentru diferite valori ale conductivității σ. Se poate observa că efectul pelicular este cu atît mai accentuat, cu cît conductivitatea crește. La conductivități mici, caracteristica verticală se apropie de cea determinată, în ipoteza inducției electromagnetice clasice. Caracteristica verticală ilustrează efectul de „focalizare", respectiv de eliminare a influenței stratului adiacent.

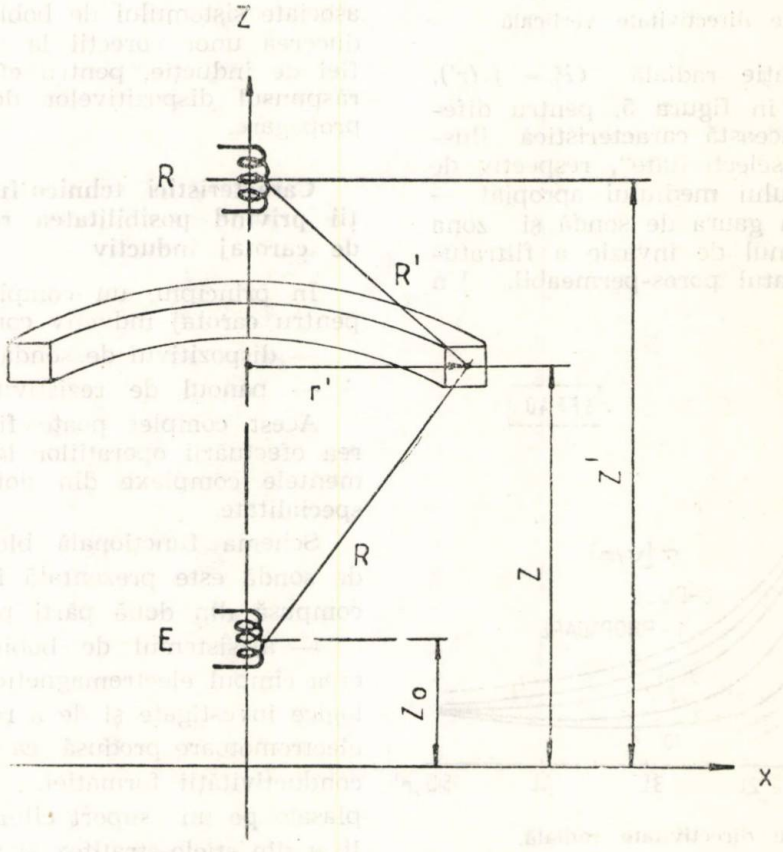


Fig. 3 Dispozitiv cu două bobine.

Expresia răspunsului dispozitivului de inducție este sintetizată sub forma expresiei coductivității „aparente" măsurate la bobina **R** (fig. 3), de forma :

$$\sigma_a = K\sigma(r', z')G_P(r', z') =$$
$$= K\sigma(r', z')G_D(r', z')e^{jkR'}(1 - jkR') \qquad (3)$$

Prin integrarea contribuției unui sector cilindric de grosime infinit mică, concentric cu axul dispozitivului, se obține caracte-

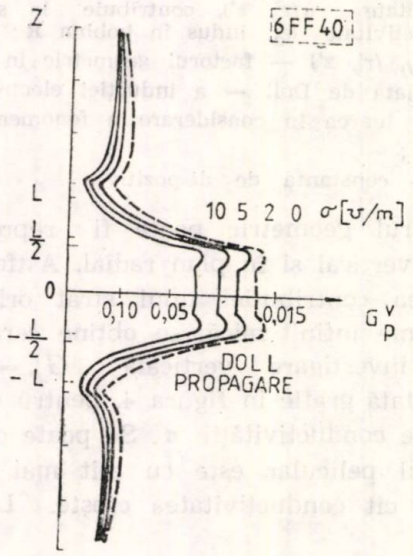


Fig. 4 Caracteristica de directivitate verticală.

ristica de investigație radială $G_p^r = f(r')$, reprezentată grafic în figura 5, pentru diferite valori σ; această caracteristică ilustrează efectul de „selectivitate", respectiv de eliminare a efectului mediului apropiat — fluidul de foraj din gaura de sondă și zona afectată de fenomenul de invazie a filtratului de foraj în stratul poros-permeabil. Un

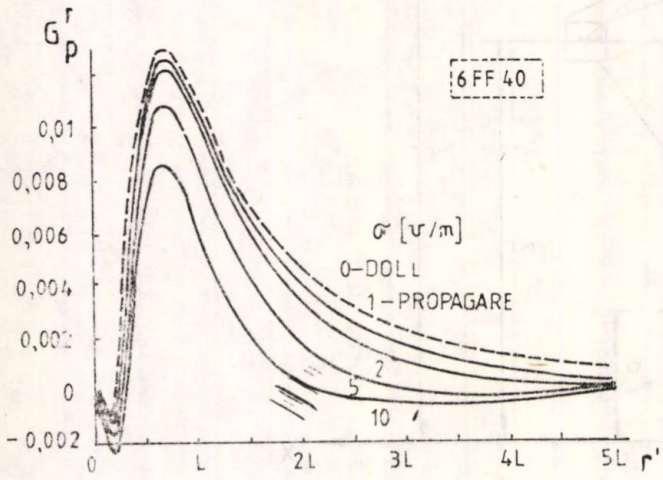


Fig. 5 Caracteristica de directivitate radială.

interes aparte pentru interpretarea diagrafiei de inducție îl reprezintă factorul geometric integrat $G_{p,i}^r = f(r')$, respectiv contribuția dată de un volum cilindric de formație de rază r, reprezentată în figura 6.

Ambele caracteristici radiale indică reducerea de penetrație a semnalului de conductivitate, ca urmare a efectului pelicular, mai ales la valori σ mari.

Determinarea caracteristicilor de directivitate verticală și radiale reprezintă o importanță deosebită, atît în alegerea soluției optime privind proiectarea schemei electronice

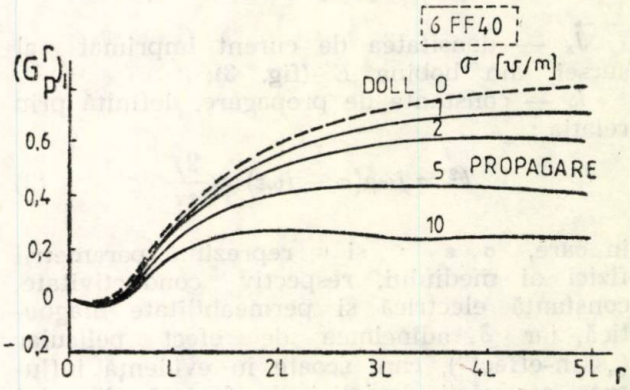


Fig. 6 Caracteristica de directivitate radială integrată.

asociate sistemului de bobine, cît și în introducerea unor corecții la interpretarea digrafiei de inducție, pentru efectele introduse în răspunsul dispozitivelor de fenomenul de propagare.

Caracteristici tehnico-funcționale și soluții privind posibilitatea realizării aparaturii de carotaj inductiv

În principiu, un complet de aparatură pentru carotaj inductiv constă din (fig. 7) :

— dispozitivul de sondă ;

— panoul de rezistivitate.

Acest complet poate fi adaptat în vederea efectuării operațiilor la sonde cu echipamentele complexe din dotarea unităților de specialitate.

Schema funcțională bloc a *dispozitivului* de sondă este prezentată în figura 8 și este compusă din două părți principale :

— a) sistemul de bobine, cu rolul de a crea cîmpul electromagnetic în formațiile geologice investigate și de a recepționa tensiunea electromotoare produsă ca urmare a efectului conductivității formației. Bobinele sînt amplasate pe un suport cilindric dielectric, realizat din sticlo-stratitex și protejate de mediul din gaura de sondă cu o carcasă — din același material. Pentru asigurarea compensării la presiunea hidrostatică a fluidului din gaura de sondă, carcasa este umplută cu ulei siliconic, iar variațiile de presiune sînt preluate de un compensator cu piston (fig. 9). Dispunerea bobinelor, conform schemei funcționa-

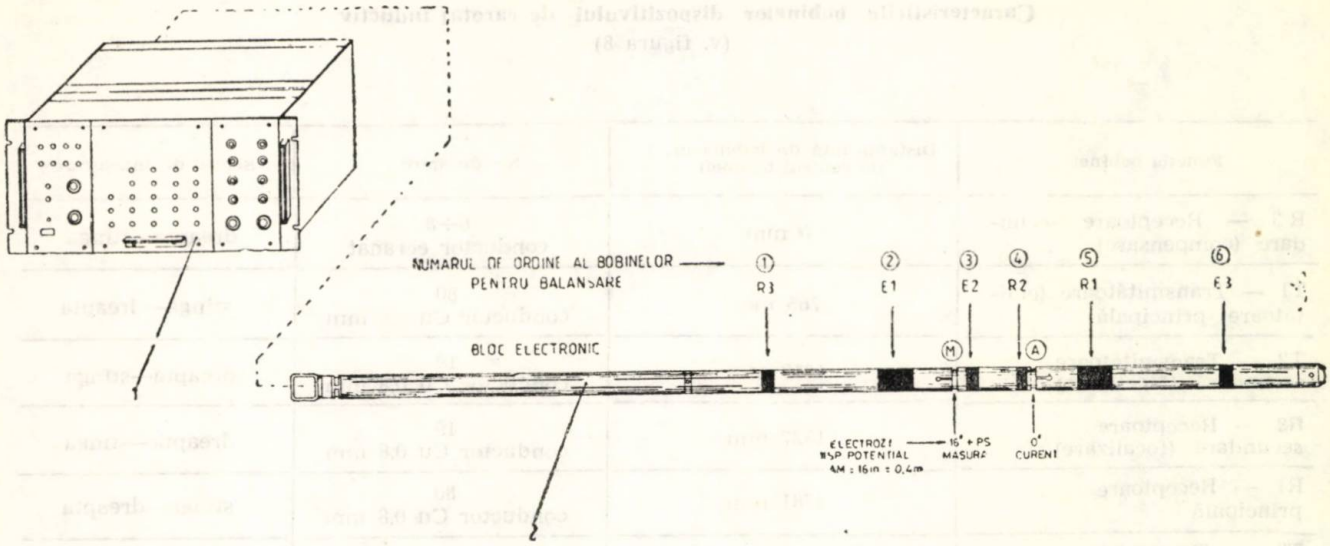


Fig. 7 Completul de aparatură pentru carotaj inductiv :
1 — panou de rezistivitate ; 2 — dispozitiv de sondă.

le bloc din figura 8, asigură realizarea funcţiilor de compensare şi de focalizare a cîmpului electromagnetic, astfel încît să se

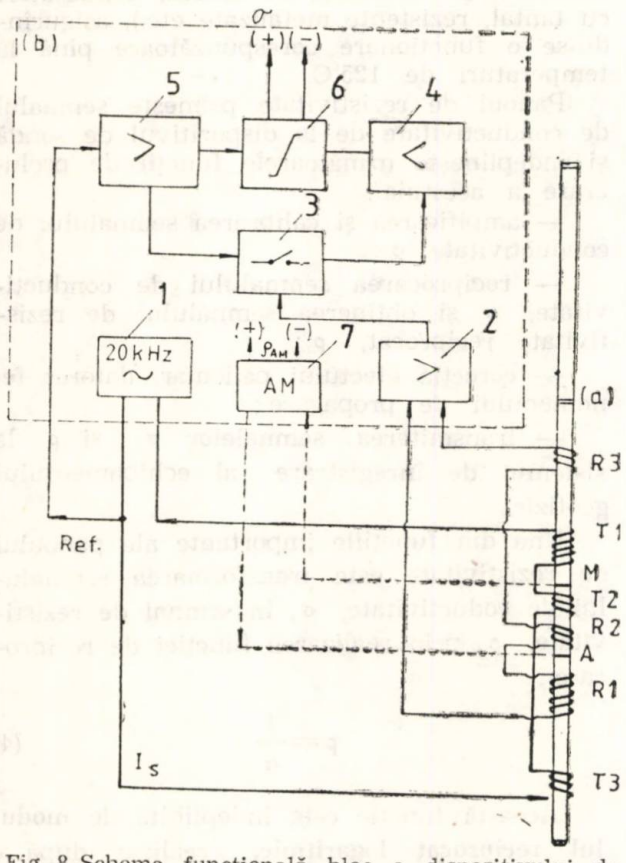


Fig. 8 Schema funcţională bloc a dispozitivului de sondă pentru carotaj inductiv :
a — sistemul de bobine : E1, E2, E3 — bobine emiţătoare ; R1, R2, R3 — bobine receptoare ; A, M — electrozi pentru dispozitiv potenţial ; b — bloc electronic : 1 — emiţătorul de curent ; 2 preamplificatorul semnalului de inducţie ; 3 bloc de comutare ; 4 amplificatorul semnalului de inducţie ; 5 amplificatorul semnalului de referinţă şi calibrare ; 6 detector sensibil la fază ; 7 circuitele dispozitivului potenţial.

obţină caracteristicile de directivitate dorite. Caracteristicile principale ale bobinelor sînt prezentate în tabelul 1.

b) blocul electronic, cu următoarele funcţii :

— generarea curentului de emisie I_s , cu frecvenţa 20 kHz, pentru alimentarea bobinelor emiţătoare ;

— prelucrarea semnalului de conductivitate recepţionat în bobinele receptoare şi transmiterea acestuia la suprafaţă.

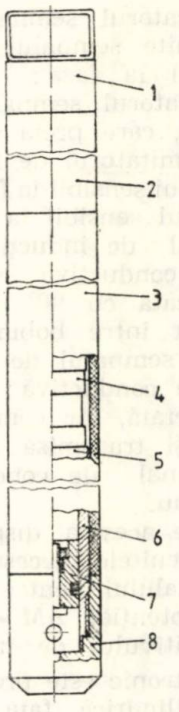


Fig. 9 Detaliu dispozitiv de sondă :
1. cap electric ; 2. bloc electronic cu carcasă de protecţie ; 3. carcasă sticlo-stratitex pentru sistemul de bobine ; 4. bobină ; 5. suport sticlostratitex pentru bobine ; 6 cilindru compensare ; 7. piston compensare ; 8. dop terminal.

Caracteristicile bobinelor dispozitivului de carotaj inductiv
(v. figura 8)

Funcția bobinei	Distanța față de bobina nr. 1 (la centrul bobinei)	Nr. de spire	Sensul de înfășurare
R 3 — Receptoare secundare (compensare)	0 mm	6÷8 conductor ecranat	dreapta—stînga
T1 — Transmițătoare (emițătoare) principală	765 mm	80 conductor Cu 0,8 mm	stînga—dreapta
T2 — Transmițătoare secundară (focalizare)	1019 mm	19 conductor Cu 0,8 mm	dreapta—stînga
R2 — Receptoare secundară (focalizare)	1527 mm	19 conductor Cu 0,8 mm	dreapta—stînga
R1 — Receptoare principală	1781 mm	80 conductor Cu 0,8 mm	stînga—dreapta
T3 — Transmițătoare (emițătoare) secundare (compensare)	2550 mm	4÷8 conductor ecranat	stînga—dreapta

Aceste funcții sînt îndeplinite de următoarele module :

— emițătorul de curent 20 kHz **1**, care emite curentul I_s și furnizează un semnal de referință în faza I_{ref} pentru detectorul sensibil la fază ;

— preamplificatorul semnalului de inducție **2**, care preia t.e.m. de la bobinele receptoare (semnal de conductivitate) și le transmite amplificatorului de semnal, prin blocul de comutare **3**, cu funcțiile „calibrare-zero-măsură" ;

— amplificatorul semnalului de inducție **4**, care transmite semnalul amplificat detectorului sensibil la fază ;

— amplificatorul semnalului de referință de calibrare **5**, care preia semnalul de referință de la emițătorul de 20 kHz și-l transmite detectorului sensibil la fază ;

— detectorul sensibil la fază **6** care primește semnalul de inducție (care conține componenta conductivă și o componentă reactivă, defazată cu 90° datorită cuplajului inductiv direct între bobinele emițătoare și receptoare) și semnalul de referință, în fază cu componenta conductivă ; componenta reactivă este rejectată, iar componenta conductivă redresată și transmisă la suprafață sub formă de semnal de conductivitate, σ de curent continuu.

În afară de acestea, dispozitivul de sondă conține și circuitele necesare alimentării și recepției semnalului pentru un dispozitiv de rezistivitate potențial $AM = 16$ in (= 0,4 m), asociat dispozitivului de inducție **7**.

Blocul electronic este protejat de o carcasă de presiune cilindrică, față de presiunea hidrostatică, iar conexiunile la sistemul de bobine se efectuează cu ajutorul unor conectori de presiune.

Circuitele electronice sînt asamblate cu elemente de circuit fabricate în țară (circuitele integrate lineare βA 741 și ROB 709, tranzistoare și diode cu siliciu, condesatori cu tantal, rezistențe metalizate etc.), asigurîndu-se o funcționare corespunzătoare pînă la temperaturi de 125°C.

Panoul de rezistivitate primește semnalul de conductivitate de la dispozitivul de sondă și îndeplinește următoarele funcții de prelucrare a acestuia :

— ampificarea și calibrarea semnalului de conductivitate, σ ;

— reciprocarea semnalului de conductivitate, σ și obținerea semnalului de rezistivitate reciprocat, ρ ;

— corecția efectului pelicular, datorat fenomenului de propagare ;

— transmiterea semnalelor σ și ρ la sistemul de înregistrare al echipamentului geofizic.

Una din funcțiile importante ale panoului de rezistivitate este transformarea semnalului de coductivitate, σ, în semnal de rezistivitate, ρ, prin realizarea funcției de reciprocare :

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \qquad (4)$$

Această funcție este îndeplinită de **modulul reciprocat logaritmic,** realizat după o schemă originală, prezentată în figura 10. Acesta este compus din două amplificatoare/convertoare, din care unul cu caracteristică logaritmică, iar celălalt cu caracteristică exponențială (antilogaritmică).

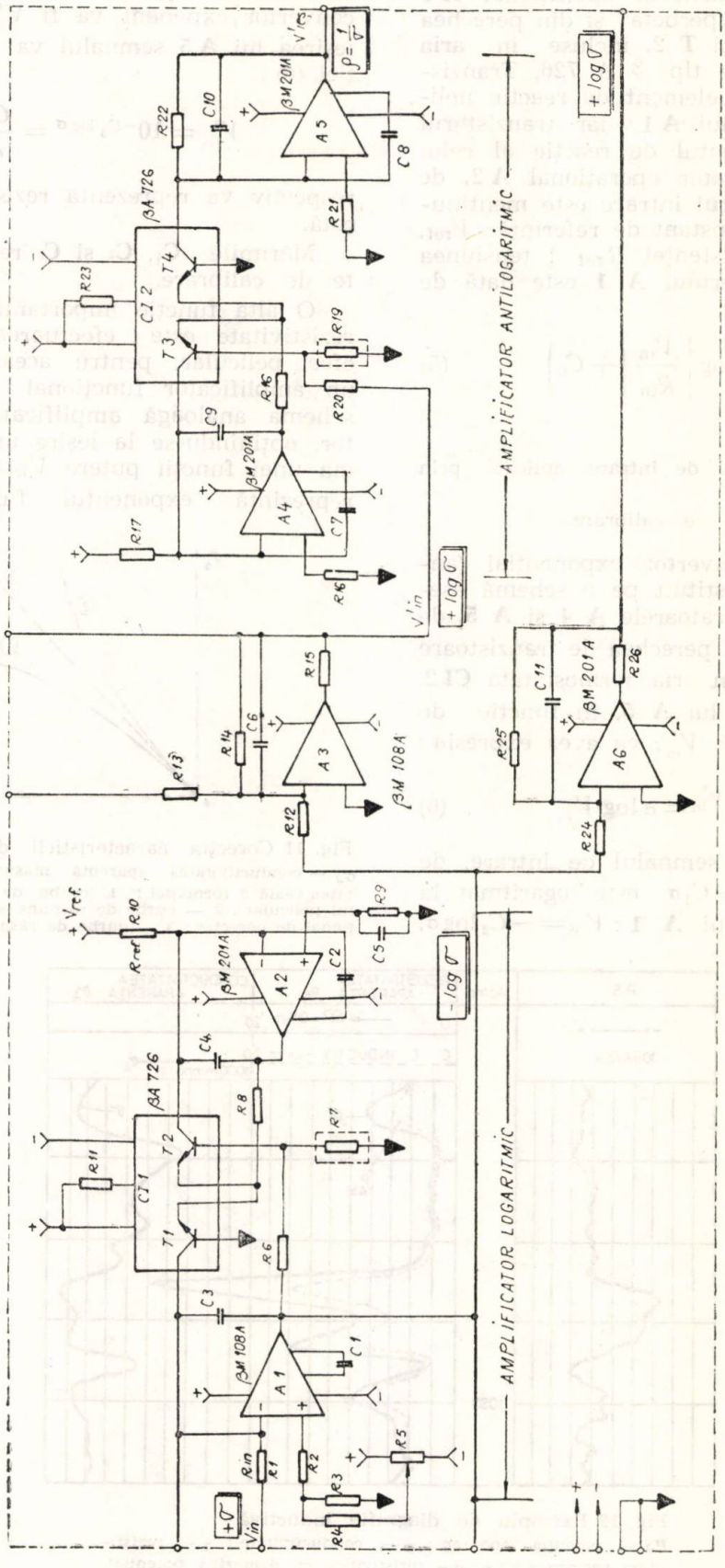


Fig. 10 Schema de principiu a modului reciprocator logaritmic.

Amplificatorul convertor logaritmic este constituit din ampificatorul operațional **A 1** de tip β M 108 A „superbeta" și din perechea de tranzistoare **T 1** și **T 2**, incluse în aria termostatată **C 11** de tip β A 726. Tranzistorul **T 1** are rol de element de reacție neliniară în circuitul lui **A 1**. iar tranzistorul **T 2** reprezintă elementul de reacție al celui de-al doilea amplificator operațional **A 2**, de tip β M 201 A, a cărui intrare este menținută la un potențial constant de referință V_{ref}, prin intermediul rezistenței R_{ref} ; tensiunea la ieșirea amplificatorului **A 1** este dată de relația [8] :

$$V_{ieș} = -\left(\log\left|\frac{V_{in}}{R_{in}}\right| + C_o\right) \qquad (5)$$

unde :

V_{in} este potențialul de intrare, aplicat prin rezistența R_i ;

C_o — o constantă de calibrare.

Amplificatorul convertor exponențial (antilogaritmic) este constituit pe o schemă asemănătoare, cu amplficatoarele **A 4** și **A 5**, de tip β M 201 A și din perechea de tranzistoare **T 3** și **T 4** incluse în aria termostatată **CI 2**. Tensiunea la ieșirea lui **A 5**, în funcție de tensiunea la intrare, V'_{in}, va avea expresia :

$$V'_{ieș} = 10^{-V'_{in}} = a \log V'_{in} \qquad (6)$$

În modul acesta, semnalul de intrare, de conductivitate $V_{in} = C_1\sigma$ este logaritmat la ieșirea amplificatorului **A 1** : $V_{ieș} = -C_2 \log \sigma$.

Amplificatorul **A 3** are rol de inversor, astfel că semnalul V_{in} la intrarea amplificatorului convertor exponent va fi $V'_{in} = C_3 \log \sigma$. La ieșirea lui **A 5** semnalul va fi conform relației (6) :

$$V'_{ieș} = 10^{-C_3 \log \sigma} = \frac{C_3}{\sigma} = C_3\rho \qquad (7)$$

respectiv va reprezenta rezistivitatea reciprocată.

Mărimile C_1, C_2 și C_3 reprezintă constante de calibrare.

O altă funcție importantă a panoului de rezistivitate este efectuarea corecției de efect pelicular, pentru aceasta se utilizează un amplificator funcțional de corecție cu schema analoagă amplificatorului reciprocator, obținîndu-se la ieșire un semnal de forma unei funcții putere $V_{ieș} = V^x_{in}$, unde x reprezintă exponentul funcției efectului

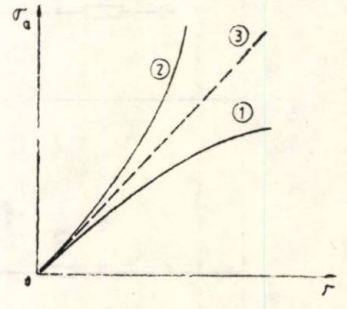


Fig. 11 Corecția caracteristicii de răspuns :
σ_a — conductivitatea aparentă măsurată ; σ — conductivitatea reală a formației ; 1. curba de dependență cu efectul pelicular ; 2 — curbe de răspuns a amplificatorului funcțional de corecție ; 3 — curbe de răspuns linear (corectat).

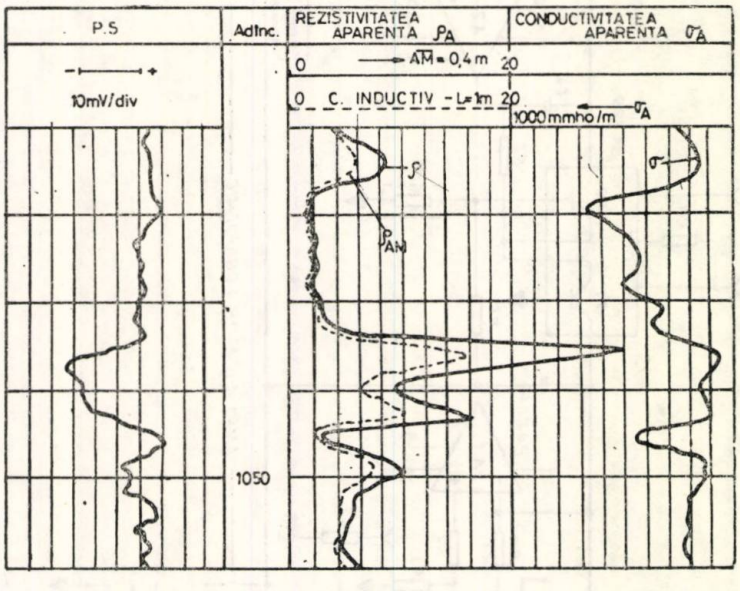


Fig. 12 Exemplu de diagrafie inductivă :
PS — potențial spontan ; σ — conductivitate ; ρ — rezistivitate reciprocată ; ρ_{AM} — rezistivitate cu dispozitiv potențial.

pelicular, necesară efectuării corecției caracteristicii de răspuns (fig. 11), astfel încît răspunsul să fie linear.

Și în cazul panoului de rezistivitate, circuitele electronice sînt realizate în întregime cu elemente de circuit fabricate în R.S.R.

Figura 12 prezintă un exemplu de diagrafie inductivă.

Concluzii

Experimentările efectuate pe modelul de laborator realizat, permit concluzia că există posibilități efective de a realiza în serie aparatura de carotaj inductiv, cu elemente de circuit fabricate în țară, contribuind astfel la îmbunătățirea procesului de investigare geologică și geofizică, în vederea descoperirii și punerii în valoare a noi zăcăminte de hidrocarburi.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Doll, H. G.:* Introduction to Induction Logging. In: JOUR. PET. TECHNOLOGY, June, 1949.

[2] *Duesterhoeft, W. C. Jr.:* Propagation Effect in Induction Logging In: GEOPHYSICS., vol. 26, nr. 2, April 1961, p. 192—204.

[3] *Duesterhoeft, W. C. Jr., Smith, H. W.:* Propagation Effects on Radial Response in Iunduction Logging. In GEOPHYSICS., vol. 27, nr. 4, Aug. 1962, p. 463—469.

[4] *Moran, J. N., Kunz, K. S.:* Basic Theory of Induction Logging and Application to study of two-coil Sondes In GEOPHYSICS, vol. 37, nr. 6 1982, p. 829—858.

[5] *Nikitina, V. N.:* Obșcee reșenie osesimmetriceskoi zedaci teorii indukționnogo karotaja. In IZV. AKAD. NAUK SSSR, Seriile GEOFIZIKA nr. 4, apr. 1960, p. 607—616.

]61 *Gianzero, S., Anderson, B.:* A New Look at Skin Effect. In SPWLA 22-and Annual Logging Symposion, june 23—26, 1981.

[7] *Babskow Al.:* Asupra unor noi puncte de vedere prinvind efectul de propagare în carotajul de inducție. Al XII-lei Simpozion de Geofizică Aplicată și Fizica Globului, 22—24 dec. 1982, București.

[8] *Hnatek, E. R.:* Aplications of Linear Integrated Circuits, J. Wiley and Sons, New York, 1975.

CZ : 621—52 : 631.31

Cabine tehnologice de tip „GEOFOR" pentru conducerea asistată de calculator a procesului de foraj

Dr. ing. Sergiu **DUMITRESCU** – I.P.C.U.P. Ploiești

Introducere

Pornind de la obiectivele majore înscrise în Programul de Directive al P.C.R. privind orientările în industria noastră petrolieră, I.P.C.U.P. a inițiat o serie de lucrări de cercetare, vizînd creșterea dotării tehnice a instalațiilor de foraj produse în R.S.R., cu aparatură de măsură și control, tehnică de calcul și sisteme de reglaj automat.

În scopul transmiterii la talpa sondei a energiei necesare pentru dislocarea rocii, se impune utilizarea cu eficiență maximă a capacității integrale a instalației de foraj și a echipamentelor anexă.

Avînd în vedere că săparea sondelor reprezintă o operație deosebit de costisitoare și cunoscînd faptul că timpul este elementul ce intră cu ponderea cea mai mare în componența prețului de cost al forajului, rezultă că prețul de cost minim pe fiecare metru forat, în condiții de siguranță, este un parametru ce poate sta la baza programelor de optimizare.

Factorii care influențează viteza de foraj sînt foarte numeroși și trebuie recunoscut că în prezent nu pot fi, în totalitatea lor, controlați, sau influențați de operator.

Acești factori cuprind :

— personalul operator ;

— factorii psihologici ;

— calitatea și capacitatea instalației de foraj ;

— caracteristicile formațiilor străbătute de gaura de sondă ;

— factorii mecanici hidraulici și proprietățile fluidului de foraj etc. pentru a-i aminti pe cei mai importanți.

Acești parametri sînt controlați de operator și pot fi stabiliți, în funcție de regimul de foraj urmărit, la valori care să asigure, pentru un ansamblu de condiții date, cea mai bună relație de interdependență a echipamentului și instalației de foraj, cu condițiile existente ale găurii de sondă.

Cunoașterea acestor valori nu este posibilă fără o aparatură de măsură corespunzătoare [5].

Reuniunea tuturor valorilor acestor parametri a corespuns necesității realizării unei cabine tehnologice, care asigură, pe lîngă colectarea centralizată a datelor furnizate de completul aparatelor de măsură, în mod continuu și prelucrarea acestora cu ajutorul unui calculator, în conformitate cu programele din softul de bază și de aplicații furnizînd, în timp real, protocoalele procesului de decizie.

Pentru elaborarea unui program de forare este necesar, pe lîngă un volum cît mai mare de informații asupra stării curente a procesului și a instalației, existența unei „bănci de date" care stochează informații culese de la sonde similare, forate pe aceeași structură geologică, cu tehnologii adecvate.

Pentru accesul rapid la aceste „bănci de date", ca și pentru elaborarea unui program de foraj, după un model matematic evoluat, și urmărind un criteriu de optim ales, s-a prevăzut și realizarea unui sistem de teletransmisie prin linie telefonică sau radio, destinat a cupla calculatorul cabinei tehnologice la un calculator ierarhic, aflat fie în dotarea unui centru de calcul teritorial, fie la biroul conducerii operative a schelei de foraj, așa cum se prezintă în figura 1.

Completul aparaturii pentru măsurarea parametrilor de foraj

Măsurarea parametrilor utilizați în conducerea procesului de foraj se referă la [1]:

— parametrii mecanici (sarcina la cîrlig, apăsarea pe sapă, turația, momentul la masă și de înșurubare a pașilor, numărul de rotații pe minut al sapei și viteza de avans a sapei etc.);

— parametrii hidraulici (debitul la intrare și ieșire, presiunea de pompare, presiunea din spațiul inelar);

— parametrii termici (temperatura la intrarea și ieșirea fluidului de foraj în și din gaura de sondă);

— parametrii electrici (rezistivitatea fluidului de foraj, la intrare și ieșire);

— parametrii chimici (PH, H_2S).

După conținutul informațiilor furnizate asupra valorilor parametrilor, aceștia se clasifică în:

a) parametrii de foraj;

b) parametrii pentru controlul circulației fluidului de foraj;

c) parametrii fizico-chimici ai fluidului de foraj;

d) parametrii ce se referă la compoziția gazelor și analiza detritusului colectat la sită și a probelor de carote extrase din sondă.

În prezent au fost realizate 27 de aparate destinate a măsura, continuu, a înregistra și afișa, numeric sau analogic, valorile tuturor parametrilor prelevați din proces.

Enumerarea acestor parametri, cu indicarea tipurilor de traductoare utilizate, a amplasării acestora în cadrul instalației de foraj, a clasei de precizie realizate și a modului și locului de afișare a valorilor măsurate este prezentată, succint, în tabelul 1.

În tabel se prezintă, de asemenea, dacă valoarea parametrului se listează, sau se memorează pe suport, compatibil pentru prelucrări ulterioare pe calculator, sau dacă servește pentru semnalarea situațiilor nedorite, la depășirea unor valori prestabilite.

De menționat faptul că pentru măsurarea unor parametri au fost realizate 2 sau mai multe tipuri de aparate, utilizînd fie principii diferite de măsură, fie metode adaptate specificului lucrului în condiții de sondă. Astfel, pentru măsurarea cuplului la masa rotativă a instalațiilor de foraj, au fost elaborate mai multe tipuri de aparate de măsură, ce folosesc alt principiu de măsură, iar unele din acestea au fost realizate în mai multe variante, în scopul satisfacerii diversității condițiilor tehnologice, impuse fie de procesul de săpare a sondelor, fie de tipul și structura instalației de foraj utilizat.

Astfel, la instalațiile de foraj acționate cu motoare termice, se utilizează o rețea în punte de mărci tensometrice, fixate pe axul car-

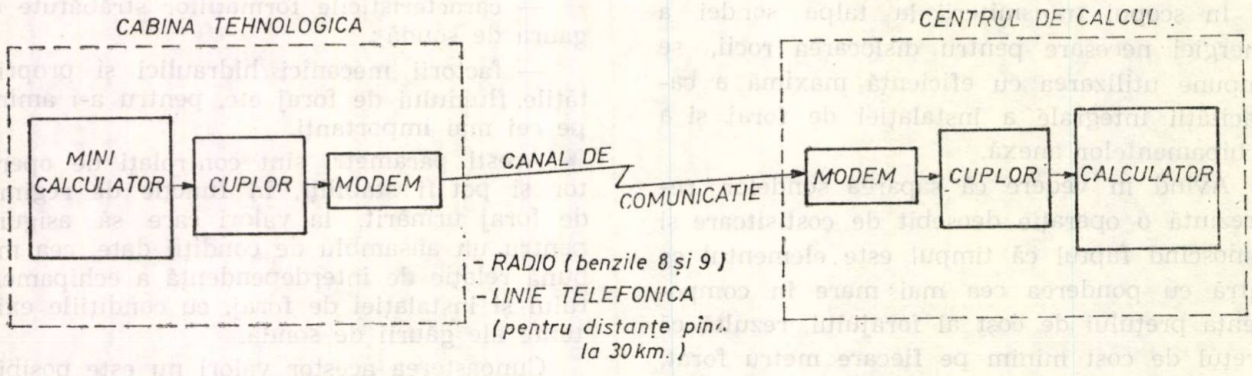


Fig. 1 Schema bloc a transmiterii la distanță a datelor din procesul de foraj.

Parametrii măsurați în cadrul completelor „GEOFOR"

Tabelul 1

	Denumirea parametrului	Unitate măsură	Gama de valori	Precizia Realizată %	Traductor utilizat	Indicare		Inregistrare		Listare	Alarmare	Frecv. de eșantionare	Observații
						CT	PS	CT	PS				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	Sarcina la cîrlig	tf.	0-200 0-320 0-500 0-850	2	Hidraulic+ convertor P/I Doza tensometrică+ oscilator R/Frecv.	A + N	A	X + N	X	X	X	1' sau 1 cm	
2.	Apăsare pe sapă	tf.	0-50	2	Hidraulic+ convertor P/I Doza tensometrică+ oscilator R/Frecv.	A + N	A	A + N	X	X	X	1' sau 1 cm	Se poate calcula din „1"
3.	Turația la masă	rot/min.	0-300	2,5	Tahogenerator Inductiv în impulsuri	A + N	A	A	—	X	—	30"	
4.	Viteza de avans	m/h min/m.	0-100 0-100	2,5	Selsin Inductiv cu impulsuri	A + N	—	A	—	X	—	25 cm sau 15'	
5	Cuplul mecanic	daNm	0-2500 dinamic 0—12000 static	2,5	Cupla torsiodinamometrică	A + N	—	A	—	X	X	30"	
6	Cuplul electric	daNm	0-2500 dinamic 0—12000 static	3	Shunt 1500A/75 m V+ Convertor 7,5÷10 KHz	A + N	N	A	—	X	PS	30"	
7	Contorizare rotații masă	rotații	10^7	3	Inductiv în impulsuri	N	—	—	—	—	—	—	
8	Presiunea de pompare	bar	0-400	2	Convertor P/I Tensometric inductivi	A + N	A	A	—	X	X	1'	
9	Presiunea din spațiul inelar	bar	0-700 0-1050	2	Convertor P/I Tensometric inductivi	A + N	A	A	—	X	X	15'	
10	Curse pompă	CD/min.	0-150	1,5	Hall integrat Micro-întrerupător Inductiv impulsuri	A + N	A	A	—	X	X	1'	Pentru calcul debit intrare
11	Contorizare C.D./min.	—	10^7	3	Hall integrat Micro-întrerupător Inductiv impulsuri	N	—	A	—	—	—	—	

Tabelul 1 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
12	Nivel habe	mm	0-2000	2	Flotor cu traductor potențiometru	A / N	A	A	—	X	X	15' / 25 cm	
13	Totalizator cu volum	%	0-100	2	Flotor cu traductor potențiometric	A / N	A	A	—	X	X	15' / 25 cm	Totalizează volumul 1, 2, 3 sau 4 habe
14	Densitate intrare	Kg/dm³	0,8-2,4	2,5	Piezometric cu insuflare de aer / Cîntărire electronică tub „U"	N / A	—	A	—	X	—	15' / 25 cm	În curs de realizare Gamma-densimetru FAN
15	Densitate ieșire	Kg/dm³	0,8÷2,4	2,5	Piezometric cu insuflare de aer / Cîntărire electronică continuă tub „U"	N	—	A	—	X	—	15' / 25 cm	
16	Diferența densitate	Kg/dm³	0-1	2,5	Piezometric cu insuflare de aer / Cîntărire electronică continuă tub „U"	N	—	A	—	X	X	—	Valoare calculată numai la alarmare
17	Curgere la jgheab	curge / Nu curge	0 / 1	—	Microîntrerupător	N	X	N	—	—	—	1'	
18	Temperatura intrare	°C	0-100	2	Termorezistență	A / N	—	—	—	X	—	30' / 50 cm	
19	Temperatura ieșire	°C	0-100	2	Termorezistență	A / N	—	—	—	X	—	30' / 50 cm	
20	Diferența de temperatură	°C	0-100	2	Termorezistență	N	—	A	—	X	—	—	Valoare calculată
21	Debit intrare	l/s		3	Calculat din CD pompe	A / N	—	A	—	X	—	1'	
22	Debit ieșire	l/s		2	Electromagn. FE-800	A	—	A	—	X	—	1'	
23	Debit diferențial	%	-30% la +30%	3	Convertor ELX 232	A	—	A	—	X	X	1'	Se calculează
24	Adîncimea tălpii	m	0-9999	1	Selsin E-R / Impulsor inductiv	N	—	N	—	X	—	1 cm	
25	Poziția sapei pe talpă	m	0-99	2	Din 24	—	—	N	—	X	X	10 cm	
26	Metraj pe sapă	m	0-999	3	Din 24	N	—	N	—	—	X	1 m	
27	Viteza extragere-introducere garnitură	m/s	0-4	3	Selsin E-R / Impulsor inductiv	N	—	N	—	—	X	—	Calculat
28	Rezistivitatea fluid foraj I/E	Ω m	0,03÷3	3	Traductor W—44 FEA	A	—	A	—	—	—	24 h / 1 m	
29	„PH" fluid foraj	unit. PH	0-14	3	W—622 FEA	A	—	A	—	—	—	24 h / 1 m	
30	Conținut global de gaze în fluid foraj	% din volum	10^{-3}÷÷10	2	Termoconductivitate	A / N	—	A	—	—	—	1' / 10 cm	
31	Analiza gaze pe componente	% din volum	10^{-3}÷÷10	2		A	—	A	—	—	—	1 / 10 cm	

Tabelul 1 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
32	Momentul la coada cleștelui	Kgm		5	Doza tensometrică / Doza hidraulică	—	A	—	—			Continuu	Local
33	Lucrul mecanic al cablului	tf/km	24000	5	Traductor deplasare Sarcina la cîrlig	N	—	—	—	X	X	1 m	Se și calculeaz

danic sau arborele de antrenare a mesei, cuplate la un convertor rezistență-frecvență, de tip oscilator tensometric, de concepție originală [2], care transformă variațiile de rezistență produse de solicitarea mecanică într-un semnal modulat în frecvență.

Semnalul, conținînd informația utilă privind solicitarea, atacă înfășurarea de „semnal" a unui transformator rotativ, fiind „captat" de înfășurarea corespunzătoare a statorului aceluiași transformator, fără contact galvanic între cele două elemente de transmisie a semnalului.

După demodulare în frecvență, cu ajutorul unui discriminator cu calare de fază integrat (tip PLL), semnalul unificat în gama 2—10 mA c.c. este afișat, analogic și numeric, fiind disponibil prelucrărilor și înregistrărilor, cu aparatură convențională produsă în țară (înregistratoare ELR — I.E.A.).

În cazul instalațiilor de foraj acționate electric cu motoare, de c.c., momentul rezistent la arborele motorului de antrenare a mesei rotative fiind proporțional cu curentul rotoric al motorului (pentru un flux de oscilație constant), traductorul utilizat folosește un convertor tensiune-frecvență.

De menționat, faptul că întregul complet al aparatelor de măsură furnizează ieșiri, fie în semnale unificate de c.c. în gama 2—10 mA, fie semnale numerice în cod BCD.

S-a recurs, de asemenea, la o serie de traductoare și convertoare din producția diferitelor unități specializate din țară, adaptate condițiilor specifice. Dintre acestea amintim :

— traductoare de temperatură (tip termorezistență PT—100) ;

— traductoare de debit (tip electromagnetic FE—800—12) ;

— traductoare de conductibilitate și PH (tip W—44 și respectiv W—622 B), ca și convertoare presiune-curent (tip FE—1—GM), sau adaptoare pentru debit volumetric (tip FE—96) etc.

Cabine tehnologice pentru conducerea procesului de foraj

Realizate în două variante, cabinele tehnologice tip „GEOFOR" au în structură următoarea componență :

Completul CTF—1 este compus din :

1. Ansamblul de aparate pentru monitorizarea:
— parametrilor de foraj ;
— parametrilor de circulație a fluidului de foraj ;
— parametrilor fizico-chimici ai fluidului de foraj.

2. Sistemul de avertizare și alarmare audiovizuală pentru pierderi de circulație, manifestări eruptive, tendințe de „prindere a garniturii", manifestări de gaze și depășirea procentului admis de H_2S, precum și interfonul pentru comunicare cu podul sondei.

3. Sistemul de analiză a fazelor, compus din :
— analizorul de gaz total ;
— analiza gaz-cromatografică pentru componentele CH_2 la C_5H_{12}

4. Completul de aparate destinat analizei geologo-tehnice asupra detritusului recoltat la site și asupra carotelor și fluidului de foraj compus din :
— microscop biocular tip MC—6 (IOR București) ;
— etuvă termostat pentru uscat probe (tip TM-50);
— pîlnie Marsh pentru determinarea vîscozității fluidului de foraj;
— permeametru;
— parazimetru;
— aparat pentru determinarea densității echivalente a argilelor ;
— detectarea urmelor de țiței din fluidul de foraj;
— conținutul de CO_3Ca în probele analizate.

5. Incinta cabinei tehnologice cu amenajările interioare și climatizare pentru asigurarea facilităților de lucru personalului de deservire format din 3 persoane, prezentată în figura 2.

6. Setul traductoarelor amplasate în diferite puncte de măsură ale instalației de foraj împreună cu cablurile de cîmp de lungimi corespunzătoare (maxim 150 m).

Completul de măsură CTF—2 cuprinde, în plus, un sistem de achiziție de date tip SADAFOR—2, implementat în jurul calculatorului de proces MC—18 și a multiplexorului de teletransmisie MXP—18, realizate de F.C.E. București, împreună cu perifericele :

— teletype : KSR—761;
— display : DAF—1001 sau 2001;
— casetă magnetică ;
— perforator de bandă;
— lector de bandă.

În figura 3 se prezintă completul aparatelor pentru monitorizarea procesului de fo-

raj. Principalele coracteristici ale completului de măsură „GEOFOR" sînt :

— permite controlul centralizat şi măsurarea nemijlocită a 27 parametri tehnologici ;

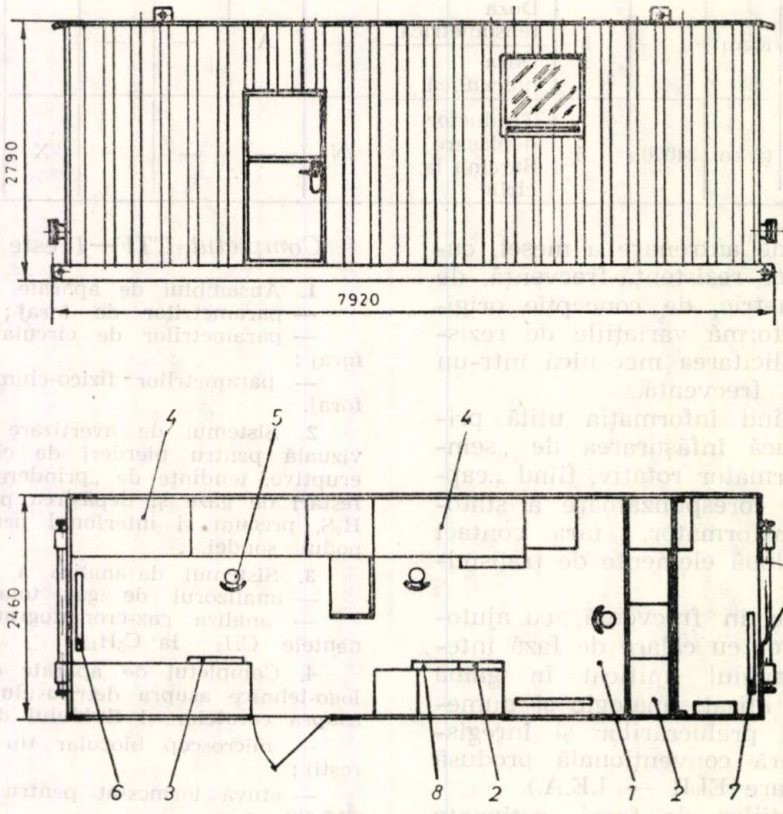


Fig. 2 Cabina tehnologică GEOFOR CTF-2.

1 — cabină ; 2 — complet de măsură ; 3 — gaz cromatograf; 4 — mobilier ; — scaun ergonomic ; 6 — calorifer abur ; 7 — calorifer electric ; 8 — etuva.

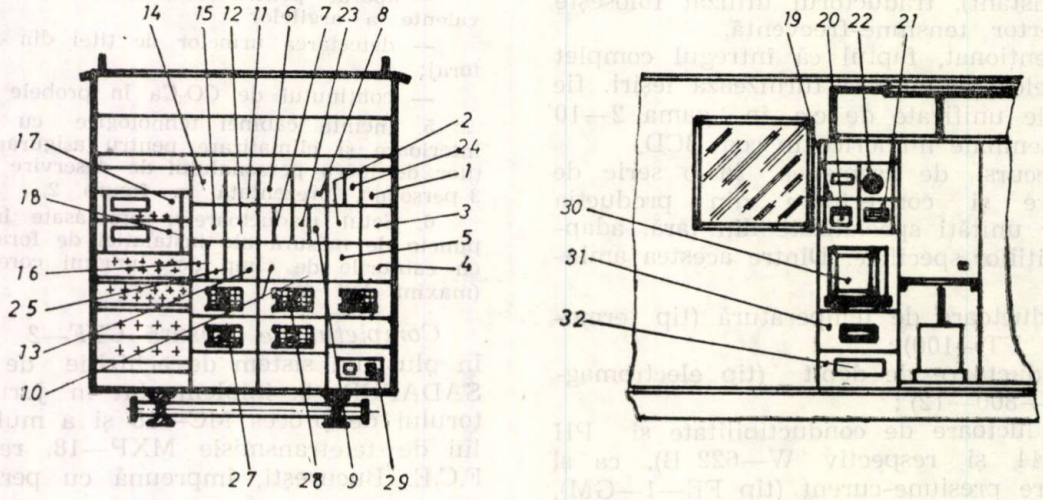


Fig. 3 Complet de măsură.

1 — panou avans sapă ; 2 — panou sarcină şi apăsare pe sapă ; 3 panou control sapă CS—1 ; 4 — panou contorizat turaţii masă ; 5, indicator curent rotoric cu separare galvanică ; 6 — panou temperatură intrare — ieşire ; 7 — panou indicare PH ; 8 — panou măsurare densitate fluid foraj ; 9 — panou turometru pentru masa rotativă ; 10 — panou control pompe ; 11 — panou măsurare debit diferenţial ; 12 — panou indicator curgere ; 13 — panou presiune spaţiu inelar ; 14 — panou măsurare debit intrare — ieşire : 15 — panou nivel şi totalizator volum haba ; 16 — panou presiune pompare (0-200 bar) ; 17 panou afişare parametrii de foraj ; 18 — ceas numeric de sistem ; 19 — panou cititor de bandă ; 20 — panou caseta magnetică ; 21 — panou semnalizare ; 22 — panou interfon ; 23 — indicator conductibilitate noroi ; 24 — panou măsurare lucru mecanic cablu foraj ; 25 — panou presiune pompare (0—400 bar) ; 26 — unitate MC 18 ; 27 — înregistrator electronic cu 2 peniţe tip ELR 452 ; 28 — înregistrator electronic cu 6 peniţe tip 362 A ; 29 — sursa stabilizată 5 KVA cod I 4101 ; 30 — unitate afişare alfanumerică DAF 1001 ; 31 — perforator de banda cod. PB 50 ; 32 — sursa stabilizată de tensiune alternativă cod. I 4201

— asigură calculul din program a circa 50 parametri, determinați pe baza unor algoritmi din parametri achiziționați din proces;

— asigură înregistrarea analogică, în funcție de timp, a 16 parametri ;

— înregistrează, în funcție de adîncime, 2 parametri (viteza de avans și cuplul la masă), ale căror valori se corelează cu diagrafia electrică ;

— pentru un număr de 8 parametri se asigură alarmarea depășirilor unor valori prestabilite.

— semnalizarea se face acustic și optic, atît în cabina tehnologică, cît și pe podul sondei. Un sistem de comunicație prin interfon asigură legătura permanentă între operatorul de cabină și personalul de la gura puțului.

— sistemul de achiziție de date poate realiza, în parte sau în totalitate, următoarele funcțiuni : culegere de date, tratarea preliminară a informației, supravegherea variabilelor din proces, protocolare, ghid, operator și calcule diverse ;

— cabina „GEOFOR" se alimentează la o tensiune 3×220 V/50 Hz, cu ajutorul unui transformator TTAN 32 prevăzut în completul de livrare ;

— traductoarele de măsură sînt în construcție antiexplozivă ;

— distanța maximă de la punctul de măsură la cabina tehnologică este de 150 m ;

— dimensiunile de gabarit ale completului „GEOFOR" : $8 \times 35 \times 2{,}5$ m ;

— greutatea : 5000 kg.

Programe pentru conducerea procesului de foraj

Cabina tehnologică de foraj „GEOFOR", tip CTF—2, dispune de un set de programe, în curs de testare și perfecționare la sonda

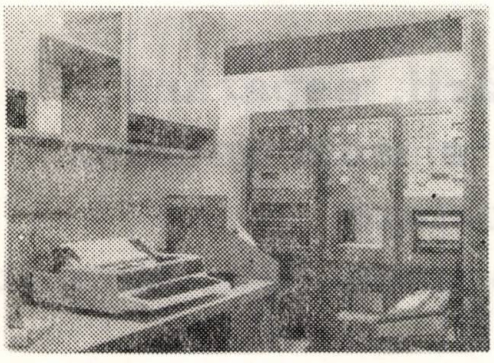


Fig. 4 Completul de măsură CTF—2. Vedere interioară.

6011 — Bucșani, urmărind în timp real achiziția de date cu următoarele componente :

— monitorul;
— biblioteca aritmetică;
— programele de aplicații.

Organizarea monitorului este modulară și cuprinde modulul de comandă, ce acceptă comenzile de depanare și lansare pentru programele de aplicații, împreună cu monitorul de intrare/ieșire, ce asigură programarea la nivel logic a operațiilor, cu toate echipamentele periferice din configurație.

Biblioteca aritmetică servește o serie de rutine necesare conversiei numerelor din ASC II zecimal, în virgulă mobilă și realizarea operațiilor aritmetice cu acestea.

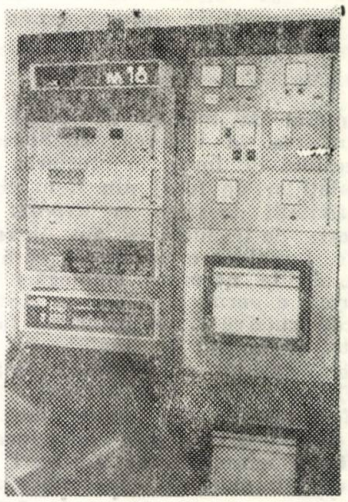


Fig. 5 Sistemul de achiziție de date.

În prezent, se dispune și de rutinele necesare de prezentare a rezultatelor în formă zecimală.

Pentru programele de aplicații au fost elaborați o serie de algoritmi, dintre care menționăm :

— calculul exponentului d și d_c , al gradientului presiunii de fisurare și al gradientului de presiune al fluidului de foraj ;

— calculul gradientului de presiune al fluidului din pari, în echivalent greutate specifică, și al gradientului de fisurare în echivalent greutate specifică ;

— calculul exponentului d_{CN} normat la dreapta de tendință ;

— calculul vitezei ascensionale în spațiul inelar și gestionarea timpilor de foraj ;

— algoritm și program pentru editarea protocoalelor.

De menționat, că în procesul de achiziție, datele primare suferă o serie de prelucrări, fiind supuse unor prelucrări în scopul filtrării varabilelor și comparării acestora cu limitele de alarmare, în vederea declanșării avertizării asupra unor situații anormale.

Protocoalele listează ansamblul datelor calculate, sau măsurate la un moment, și pot fi editate la consolă la fiecare 15 minute, sau 25 cm fazați, sau la cererea expresă a operatorului.

Au fost elaborați și algoritmi ce funcționează în timp ulterior : controlul curburilor admisibile ale găurii de sondă, profilul coloanelor tubate etc.

Ansamblul programelor de aplicații a fost elaborat de I.P.C.U.P., în colaborare cu Institutul de Petrol și Gaze Ploiești.

Rezultate experimentale

Prototipul cabinei „GEOFOR CTF-2" a fost amplasat la sonda 6011 — Bucșani, la începutul anului 1983, adunîndu-se pînă în prezent un bogat material faptic ce a condus la următoarele concluzii :

— completul de măsură „GEOFOR" constituie un important pas în vederea conducerii centralizate a procesului de foraj, în creșterea dotării tehnice a instalațiilor de foraj din România și ridicării competitivității acestora la export;

— o serie de traductoare au întrunit peste 1000 ore de funcționare continuă, fără defecțiuni, realizînd condițiile necesare omologării lor finale;

— în urma experimentărilor, au fost efectuate modificări constructive și de principiu la un număr de 6 aparate, conducînd în final la un complet de măsură fiabil, capabil să satisfacă exigențele oricărui beneficiar intern, sau extern;

— au fost operate din „mers" modernizări ale panourilor de măsurare, prin introducerea modulelor de afișare numerică, cu LED-uri cu 7 segmente, și ieșiri numerice conectate la interfața calculatorului, ceea ce a condus la creșterea preciziei de măsură;

— aparatura de măsurare a parametrilor de foraj a realizat precizii superioare claselor atestate preliminar.

În urma acestor rezultate, la sfîrșitul anului 1983, I.P.C.U.P a realizat prototipul cabinei „GEOFOR CTF—1", echipat cu un gazcromatograf (produs de I.A.U.C. București) și un laborator de analize geologo-tehnice bine dotat.

Acest complet de măsură a fost achiziționat de I.F.L.G.S. București, aparținînd Ministerului Geologiei și amplasat la sonda 5180 Govora.

Acest complet de măsură cuprinde suplimentar următoarele echipamente :

— monitor de gaz total, cu alarmarea depășirii unei concentrații prestabilite ;

— panou de afișare numerică pe podul sondei, la alegerea operatorului, a 4 parametri urmăriți din proces (cuplul la masă, densitatea ieșire, debit diferențial și apăsarea pe sapă).

Venind în întîmpinarea cererilor beneficiarilor, I.A.U.C. București a preluat în fabricație de serie realizarea completelor de măsură tip „GEOFOR", urmînd ca în cursul anului 1984 primele sonde în foraj să beneficieze de conducerea procesului de săpare cu astfel de echipamente moderne.

Se vor realiza, astfel, premisele trecerii la o etapă superioară în săparea sondelor prin introducerea programelor de optimizare și a forajului cu presiuni echilibrate.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Dumitrescu, S.:* Studiul de orientare în optimizarea procesului de foraj. SC 1544 P—Nor—1979, Arhiva I.P.C.U.P.

[2] *Dumitrescu, S., Stere, R., Bolica, D.:* Procedeu și aparat pentru măsurarea parametrilor tehnologici în procesul de forare a sondelor. Brevet R.S.R., Nr. 60964.

[3] *Kastrop, J.E.:* Automatic drilling data aquisition processing and telemetry. O.G.J., nr. 24, 1971.

[4] *x x x:* Manual de utilizare al calculatorului M-18. F.C.E., București, 1980.

[5] *Diatcu, E.:* Aparatură complexă pentru digitalizarea și transmiterea la distanță a informațiilor în timpul procesului de foraj. ST 28—326/oct. 1978, Arhiva I.C.P.E. București.

CZ : 622.276

Considerații asupra colectării, separării, tratării și transferului, în sistem închis, ale țițeiului și gazelor asociate în șantierele petroliere de uscat din România

Ing. Dumitru **OPREA** — I.P.C.U.P. Ploiești

Introducere

După cum se știe, exploatarea zăcămintelor petroliere are drept scop extragerea unui amestec fizic de trei fluide, care ocupă spațiile libere din interiorul (porii) acestor zăcăminte.

Pentru a putea fi folosite, produsele utile (țițeiul și gazele asociate) trebuie separate și dirijate spre instalațiile respective de prelucrare : rafinării, degazolinări, deetanizări, instalații petrochimice sau alți consumatori.

Unele considerente privind trecerea de la sistemul deschis la sistemul închis de colectare, separare și transfer al țițeiului și gazelor în șantierele petroliere

Din momentul în care amestecul de fluide produs iese din sonde la suprafață și pînă ajunge la instalațiile de prelucrare din rafinării, sau alte instalații similare, țițeiul și gazele de sondă trec prin mai multe faze tehnologice, cuprinse generic în așa zisul proces de colectare, separare, tratare și transfer al țițeiului și gazelor în șantierele petroliere.

Preocupările actuale privind modernizarea utilajelor și echipamentelor din industria extractivă de țiței și gaze, prin raționalizarea și tipizarea acestora și trecerea la automatizarea și dispecerizarea instalațiilor cuprind, practic, toate fazele procesului tehnologic de extracție, luat ca un tot unitar.

În această, acțiune, este necesar un efort considerabil în domeniul cercetării și asimilării de utilaje. Justificarea efortului constă, pe lîngă binecunoscutele avantaje ale modernizării (legate de creșterea nivelului calitativ și a fiabilității utilajelor și echipamentelor de reducerea consumurilor materiale și energetice în exploatare ale acestora, de transportul și montajul rapid, ca urmare a preindustrializării, în uzine, a modulelor componente de utilaje, sau părți de instalații etc.) și în faptul că aceasta este singura cale ce ne va permite să se treacă de la sistemul deschis, atmosferic, la sistemul închis, sub presiune, automatizat, al procesului de colectare și transfer al țițeiului, în schelele de producție petrolieră. În felul acesta, se asigură reducerea substanțială a pierderilor de hidrocarburi, față de sistemul deschis, ceea ce asigură un spor de producție de 6—7 % din care 3—5 % reprezintă pierderi prin evaporare. Valoric, procentul este și mai mare deoarece, prin evaporare se pierd fracțiunile volatile. în condiții normale de presiune și temperatură, fracțiuni foarte valoroase (etan, propan, butan etc.).

Pentru a se determina ansamblul de echipamente și utilaje modulate și tipizate necesare în sistemul închis de colectare și transfer, s-a trecut la analiza cerințelor acestui sistem privind utilajele, echipamentele, aparatura de măsură, control, reglare și automatizare (telemăsură, telecomandă și telesemnalizare) pe întregul traseu, de la gura sondei pînă la pomparea țițeiului către rafinării, pentru toate fazele procesului tehnologic.

În acest scop, au fost elaborate scheme tehnologice de principiu, pentru cazul cît mai general cu putință, pe faze sau grupe de faze ale procesului tehnologic de colectare, separare și transfer al țițeiului și gazelor în sistem închis. Pentru exemplificare, în figura 1 se redă schema tehnologică de principiu, a unui parc central de colectare și separare a producției de la 24 sonde, care au presiuni diferite (înalte, medii și joase) la gura sondei, schemă care cuprinde utilajele, echipamentele și aparatura de automatizare locală și la distanță necesară.

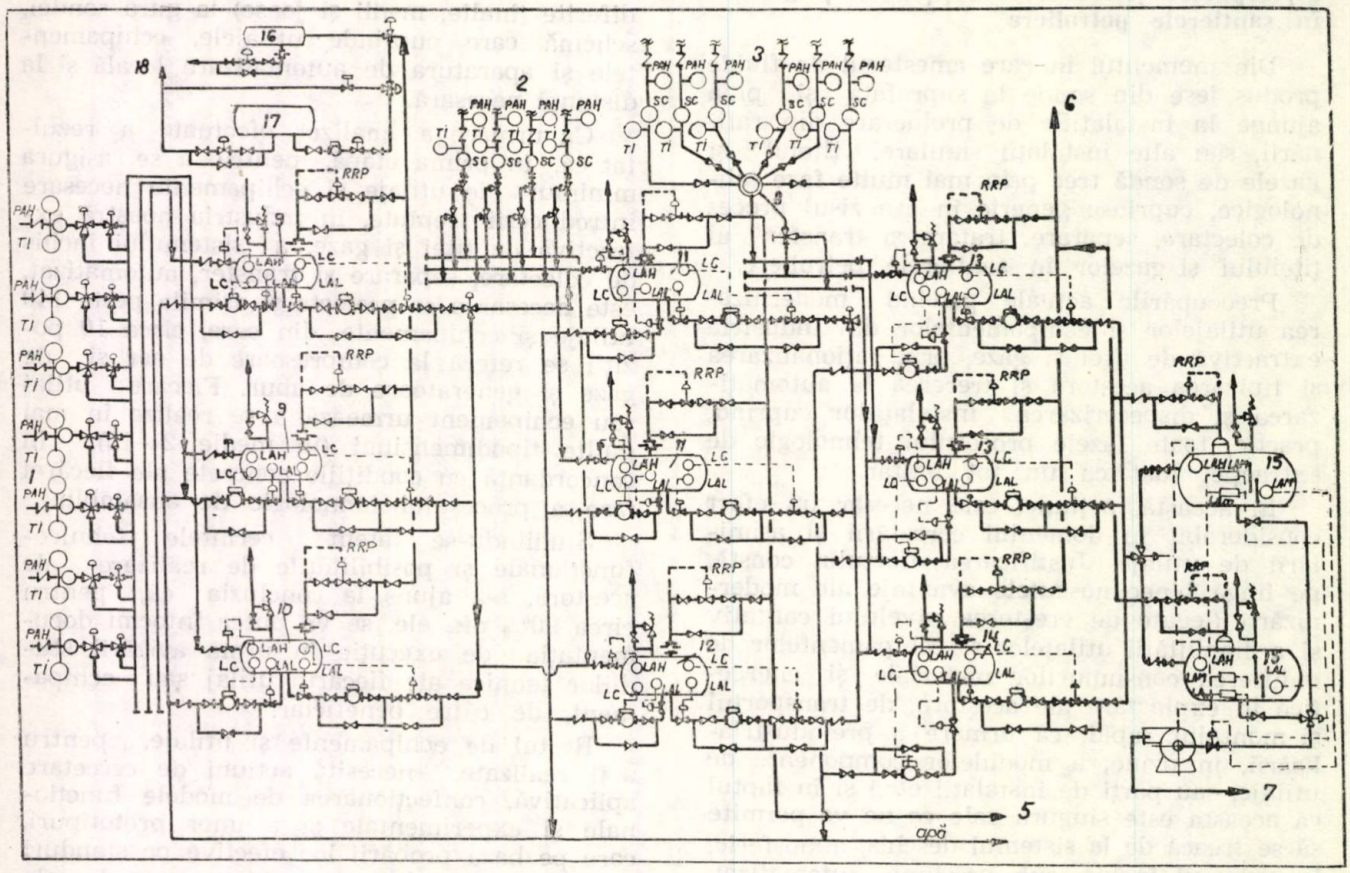
Ca urmare a analizei efectuate a rezultat că, în prima etapă, pentru a se asigura minimul de utilaje și echipamente necesare introducerii treptate, în industria noastră extractivă de țiței și gaze, a sistemului închis de colectare, separare și transfer, automatizat, este necesar a se proiecta și asimila peste 140 utilaje și echipamente, din care, circa 10 poziții se referă la compresoare de aer și de gaze și generatoare de abur. Fiecare utilaj sau echipament urmează a se realiza în mai multe tipodimensiuni (în medie 2—15), în concordanță cu condițiile concrete ale fiecărei faze a procesului tehnologic de ansamblu.

Studiindu-se atent cerințele tehnico-funcționale și posibilitățile de realizare ale acestora, s-a ajuns la concluzia că, pentru circa 90% din ele, se va putea întocmi documentația de execuție în urma avizării studiilor tehnice ale fiecărui utilaj sau echipament, de către beneficiar.

Restul de echipamente și utilaje, pentru a fi realizate, necesită acțiuni de cercetare aplicativă, confecționarea de modele funcționale și experimentale și a unor prototipuri, care pe baza probării lor efective pe standuri adecvate, în condiții cît mai apropiate de cele reale, să permită definitivarea temelor de proiectare, pentru trecerea la asimilarea lor în fabricația de serie.

Printre utilajele care necesită acțiuni de cercetare pentru a putea fi asimilate se numără : instalații (treatere) pentru deshidratarea pe cale electrostatică a emulsiilor de țiței (procedeu cu mult mai eficient, comparativ cu metodele actuale folosite în schelele de producție petrolieră), generatoare de abur complet automatizate, capabile să lucreze în mediu exploziv, pompe centrifugale cu etanșări mecanice, sau moi, cu o fiabilitate mult sporită, adecvate cerințelor din industria extractivă țiței, pompe volumetrice cu șnec (rotative) pentru presiuni medii și înalte (10—100 bar) și debite pînă la 50—60 m^3/oră, separatoare de gaze — țiței pentru debite mici și foarte mici, presiune, automate, contra incendiilor și altele. Unele materiale și substanțe sînt necesare asimilării rezervoarelor asamblate cu șuruburi, pînă la capacități de 1600 m^3 (conform API 12 B) și care folosesc table de 2,54—3,43 mm grosime, ceea ce asigură o economie de metal de 20—40% față de soluțiile clasice prin sudură (pe lîngă alte avantaje).

Acțiuni intense și laborioase de cercetare științifică necesită și o serie de aparate de măsură, control, reglare, siguranță și automatizare, care trebuie asimilate sau moderniza-



LEGENDĂ

I Intrare sonde înaltă presiune (Treapta a I a)
II Intrare sonde medie presiune (Treapta a II a)
III Intrare sonde joasă presiune (Treapta a III a)
SEI$_1$ Separator de etalonare treapta I Nr 1
SEI$_2$ Separator de etalonare treapta I Nr 2
STI Separator de total treapta I
SEII$_1$ Separator de etalonare treapta a II a Nr 1
SEII$_2$ Separator de etalonare treapta a II a Nr 2
STII Separator de total treapta II
STIII Separator de total treapta III
SC Semnalizator curgere țiței
PAH Semnalizator de presiune maximă
TI Termometru industrial
LC Regulator de nivel
LAL Semnalizator de nivel minim
LAH Semnalizator de nivel maxim
RRP Retroregulator de presiune
LAM Semnalizator pentru pornirea pompelor
LAm Semnalizator pentru oprirea pompelor

Supapă de siguranță
Robinet cu trei căi
Robinet de secționare
Robinet de reglare
Robinet de reținere
Robinet
Indicator de nivel cu sticlă
Filtru
Pompă centrifugă
Debitmetru

Fig. 1 Schema tehnologică de principiu a unui parc central de colectare și separare a producției.

1 — intrare sonde înaltă presiune ; 2 — intrare sonde medie presiune ; 3 — intrare sonde joasă presiune ; 4 — ieșire gaze înaltă presiune ; 5 — ieșire gaze medie presiune ; 6 — ieșire gaze joasă presiune ; 7 — evacuare țiței ; 8 — robinet cu mai multe căi ; 9 — separatoare etalonare treapta I ; 10 — separator total treapta I ; 11 — separatoare etalonare treapta II ; 12 — separator total treapta II ; 13 — separator etalonare treapta III ; 14 — separator total treapta III ; 15 reper tampon ; încălzitor pentru condensat ; 17 — separator apă ; 18 — spre rezervor tampon

te. Funcționarea normală a unui sistem închis de colectare, separare și transfer al țițeiului și gazelor nu este posibilă fără existența unei game largi de aparatură, testată și verificată riguros în prealabil, astfel încît întregul proces să se poată desfășura automatizat, în deplină siguranță pentru instalații și personal și cu întreruperi minime.

Un studiu de fundamentare, întocmit recent în acest scop, a pus în evidență necesitatea asimilării, numai pentru industrio extractivă de țiței și gaze, a circa 65 AMCA. Printre acestea se numără : debitmetre volumetrice pentru țiței și gaze, de construcție modernă (cu turbină), dispozitiv electronic de corecție și măsurare a debitelor de țiței și apă în amestec, regulatoare de nivel și interfață moderne, specifice separatoarelor gaze-țiței-apă de înaltă presiune, detector de urme de țiței în apă, densimetru în flux, monitor capacitiv pentru impurități și apă în țiței, detector în flux pentru oxigen în apă, supape de siguranță, pentru gaze, pentru presiuni de lucru 100—420 bar, regulatoare automate de debit, retroregulatoare de presiune de 100—400 bar și altele.

Acțiuni de cercetare aplicativă necesită și asimilarea unor armături care intră obligatoriu în componența instalațiilor de mai sus. Se pot exemplifica robinetele automate de siguranță, cu sau fără agent de comandă din exterior, cu sau fără energie de lucru din afară, pentru presiuni de lucru pînă la 1400 bar, robinete cu 3—4 căi și cu 2—3 poziții, cu acționare pneumatică, hidraulică sau electrică, distribuitoare (robinete selectoare multiple de 64 bar, robinete cu sferă pînă la presiuni de lucru 350 bar și altele.

Pentru rezolvarea cu competență și într-un termen cît mai scurt a ansamblului tuturor aspectelor legate de proiectarea, cercetarea, asimilarea și introducerea în fabricația de serie a utilajelor și echipamentelor de mai sus, I.P.C.U.P. a afectat o parte importantă a capacității sale de lucru. Ca atare, au fost întocmite studii tehnice pentru circa 25% din utilajele și echipamentele arătate anterior. Din acestea a rezultat că durata medie a asimilării unui utilaj sau echipament din cele enumerate mai sus, din momentul începerii întocmirii documentației de execuție și pînă la omologarea prototipului sau a seriei „0", variază în general între 12—24 luni.

În figurile 2 a și 2 b se redau schemele de ansamblu a două tipuri constructive de

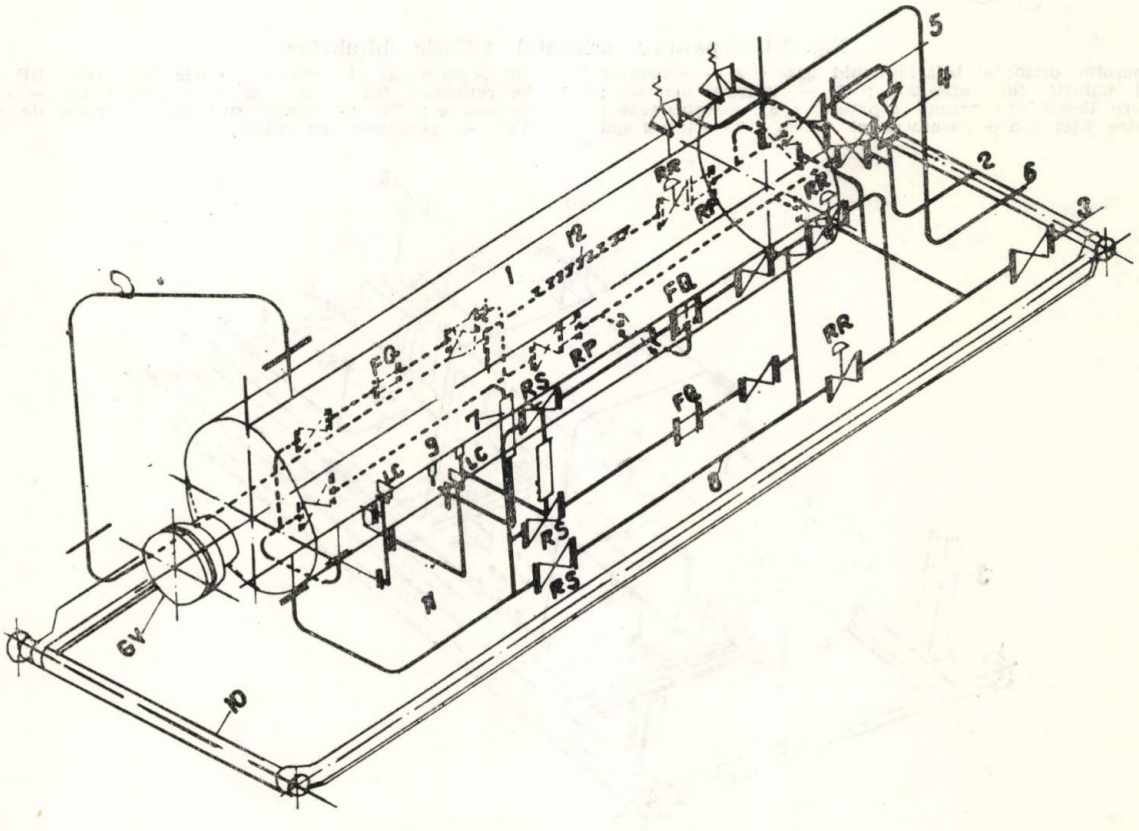


Fig. 2, a Separator orizontal trifazic monotubular.

1 — separator orizontal trifazic SOT Pn =8 ... 140 bar ; D =700 ... 1800 mm ; 2— intrare amestec de la sonde ; 3 — Ieșire țiței ; 4 — ieșire apă ; 5 — ieșire gaze ; 6 — evacuare gaze de la supapa de siguranță ; 7 — sticle de nivel; 8 — buclă de reglare evacuare țiței ; 9 — buclă de reglare evacuare apă ; 10 — sania ; 11 — cameră regulator nivel ; 12 — manifold injecție glicol ; RR — robinet de reglare ; RP ; robinet de reținere ; RS — robinet de secționare ; FQ — debitmetru ; GV — gură de vizitare ; LC — regulator nivel.

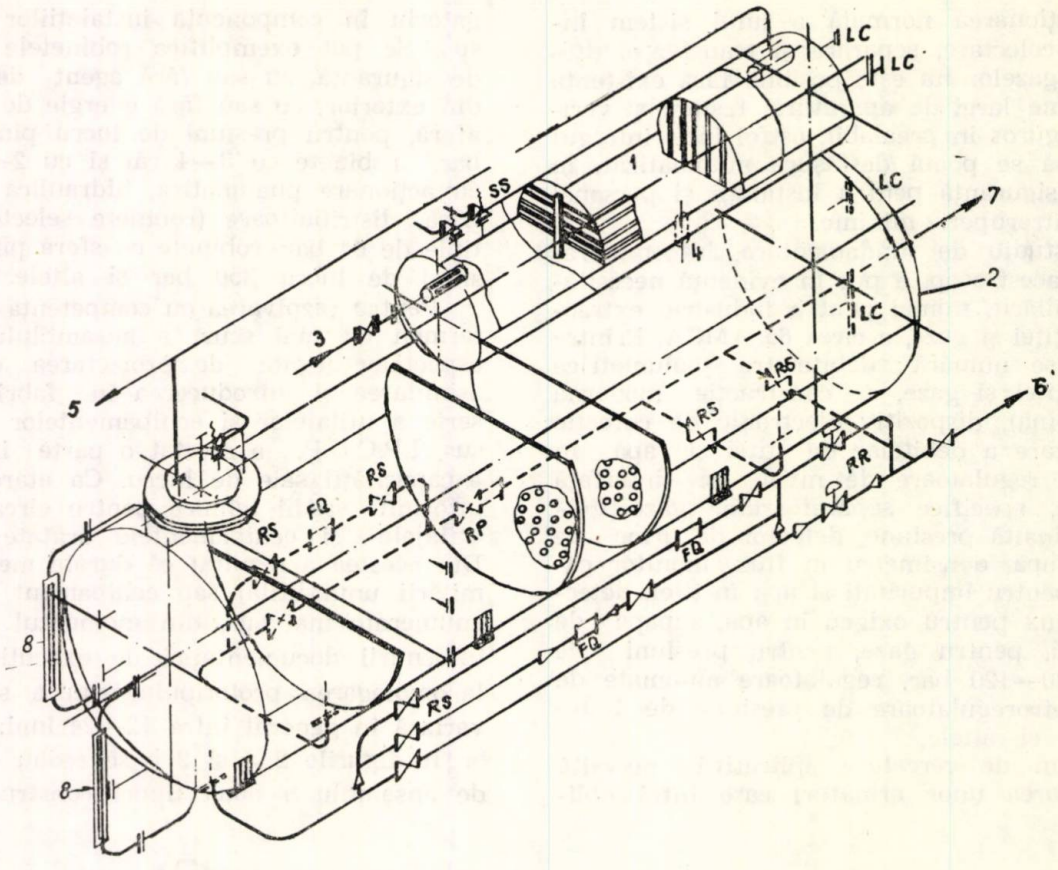


Fig. 2 b Separator orizontal trifazic bitubular.

1 — separator orizontal bifazic lichid gaze ; 2 — separator orizontal trifazic țiței apă-gaze ; 3 — intrare amestec ; 4 — ieșire lichid din primul separator ; 5 — ieșire gaze ; 6 — ieșire țiței din separatorul al doilea ; 7 — ieșire apă din separatorul al doilea ; 8 sticle de nivel ; RP — robinet de reținere ; RR — robinet de reglare ; RS — robinet de secționare ; FQ — debimetru ; GV — gură de vizitare ; LC — regulator de nivel.

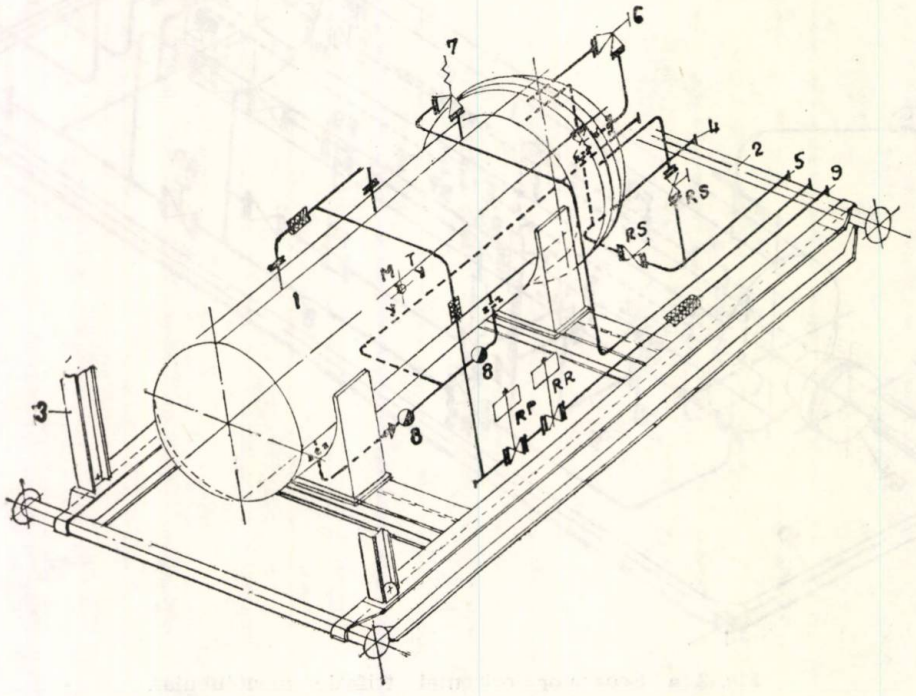


Fig. 3 Schema de ansamblu a unui încălzitor.

1 — schimbător de căldură (încălzitor) ; 2 — sanie ; 3 — cadru de susținere ; 4— intrare produs ; 5 — ieșire produs ; 6 — duză reglare presiune ; 7 — supapă de siguranță ; 8 — oală de condens ; 9 — intrare abur ; RP — regulator de presiune ; RR — regulator de debit ; RS — robinete de secționare ; M — manometru ; TI — termometru.

separatoare orizontale trifazice (monotubulare și bitubulare), iar în figura 3 schema unui încălzitor, de construcție modernă și pentru presiuni ridicate de lucru.

Acestea au o echipare interioară care le asigură o eficiență tehnologică ridicată, iar în exterior sînt prevăzute cu dispozitive moderne de măsură, control, reglare și automatizare, în conformitate cu prevederile internaționale.

Separatorul trifazic orizontal monotubular ($P_n = 100$ bar, $Q = 55$ m^3/h) și încălzitorul de țiței (schimbător de căldură), avînd presiunea de lucru pentru conducta de țiței de 350 bar și o treaptă de reducere a presiunii acestuia, se află deja în execuție.

De asemenea, I.P.C.U.P. a inițiat, încă din anul precedent, o serie de acțiuni de cercetare aplicativă, care să conducă la stabilirea căilor și soluțiilor tehnico-funcționale, optime, în vederea asimilării acelor utilaje și echipamente, pentru care nu există în țara noastră cunoștințele și experiența necesară. Peste un sfert din temele proprii de cercetare au abordat o bună parte din utilajele și echipamentele enumerate mai sus. Se urmărește ca acțiunile de cercetare să se încheie cu modele experimentale, sau prototipuri, care să fie omologate, în vederea trecerii — cît mai rapid posibil — la fabricația de serie a acestora, în cadrul M.I.C.M., M.I.M.U.E.E., sau a altor ministere, în funcție de specificul fiecăruia, de dotarea, de experiența existentă, sau de alte considerente,

Aspectele de automatizare complexă și de dispecerizare a acestor instalații sînt studiate de I.P.A. București. Se preconizează realizarea unui sistem pe trei nivele de automatizare și dispecerizare ierarhizat și modular, pe bază de microprocesoare, avînd la postul central un terminal inteligent de tip Telerone P, iar la posturile locale echipamente cu microprocesoare tip DIPET, tip EPD și alte circuite larg și mediu integrate, care funcționează, 24 de ore din 24, fără supraveghere.

Pentru experimentarea diferitelor soluții privind aparatura de automatizare, locală și pentru verificarea întregului lanț de transmisie și prelucrare a datelor din proces, urmează a se realiza instalația de automatizare complexă și de dispecerizare „cap de lot", formată din postul dispecer central și două dispecere finale. Realizarea întregii instalații „cap de lot" și extinderea sa se estimează că se poate realiza în circa 48 luni.

Concluzii

■ Crearea condițiilor materiale necesare trecerii de la sistemul deschis la sistemul de colectare, separare, tratare și transfer, automatizat, în schelele de producție, presupune în prima etapă, asimilarea a circa 140 utilaje și echipamenente, avînd grade diferite de complexitate tehnică, dintre care unele necesită desfășurarea unei acțiuni ample de cercetare aplicativă. În țară există condițiile tehnice și materiale pentru realizare.

■ Asimilarea și introducerea acestora în industria extractivă de țiței și gaze din țara noastră, începînd cu noile zăcăminte puse în exploatare și continuînd cu raționalizarea, modernizarea și automatizarea celor existente, va conduce la obținerea unui plus de țiței de 6—7% față de cantitatea produsă.

■ Sistemul preconizat de automatizare complexă și de dispecerizare a instalațiilor de mai sus se poate extinde cu ușurință, în cadrul unei rețele vaste de dispecerizare la nivelul întregii țări. Dispecerizarea preconizată face parte dintr-un viitor sistem de conducere și urmărire a extracției și transportului țițeiului către rafinării la nivel național.

■ Contravaloarea cantității de țiței ce se cîștigă, numai ca urmare a avantajelor pe care le prezintă sistemul închis automatizat, justifică pe deplin realizarea unei concentrări corespunzătoare de forțe umane de cercetare științifică, inginerie tehnologică și proiectare, și de mijloace financiare și dublată de un efort corespunzător pentru asimilarea acestora, în cel mai scurt timp, de către industria constructoare de mașini și alte ramuri industriale colaboratoare (chimie, metalurgie, automatizări etc.).

BIBLIOGRAFIE

[1] *Ioachim, Cr.:* Exploatarea zăcămintelor de țiței. Editura Tehnică, Buc., 1979.

[2] *x x x:* Manualul inginerului petrolist. Editura Tehnică, Buc., 1956.

[3] *x x x:* Colecție revista „Petrol și Gaze", 1956—1983.

[4] *Socol, S. ș. a.:* Automatizarea în extracție și transportul țițeiului și gazelor, Ed. Tehnică, Buc., 1963.

[5] *x x x:* Composite Catalog of Oilfield Equipment and Service — Wo Houston, Texas, Ed. 1980—1981, 1982—1983.

[6] *Lewellen, M. W.:* Field automation cuts cast, improuve recovery W.O. sept. 1981, pag. 67.

[7] *Mc. Guire, C.F.:* Automation helps skelly optimize Vess Unit Operation, PE aug., 1974.

[8] Mains, G.: Optimization of crude stabilization units. OGJ, 21, 28 ian., 1980.

[9] *Lutașkin, S.:* Despre montarea rațională a separatoarelor la debite mari de țiței, gaze, apă, Nafteanoe Hozeaistvo — nr. 2, febr. 1977.

[10] *Grigorașcenko, G.I.:* Direcțiile de perspectivă privind dezvoltarea tehnologiei și tehnicii colectării și pregătirii țițeiului. Nefteanoe Hozeaistvo nr. 2, febr. 1979.

[11] *Brattev, I. S., Diaciuk, M.:* Despre perspectivele dezvoltării tehnicii și tehnologiei colectării țițeiului și gazelor. Nefteanoe. Hozeaistvo, 4 febr. 1980.

[12] *Brumble, I. T., Willson, I. D.:* Unique design helps treatment Howkins field crude oil— —OGJ— 27 nov., 1982.

[13] *Grașev, B. M., Barinov, B. A.:* Metode tehnologice de creștere a gradului de echilibru al sistemelor țiței-gaze în instalațiile de separare. Nefteanoe Hozeaistvo, 12 dec., 1979.

CZ 631.315

Realizări și perspective ale aplicării borurării în fabricația de utilaj petrolier

Ing. Oscar **SORIAN** — I.P.C.U.P. Ploiești
Dr. fiz. Petre **CROITORU** — I.F.T.A.R. București

Mărirea durabilității organelor de mașini, ca urmare a îmbunătățirii rezistenței lor la uzură și la acțiunea corozivă a unor medii ambiante de lucru, în condițiile limitării sau chiar eliminării unor elemente deficitare de aliere, constituie în prezent — pe plan mondial — un imperativ economic major.

Una dintre metodele de durificare a suprafețelor de lucru este și borurarea. Pe lîngă duritate ridicată, care conferă suprafețelor borurate o rezistență mare la uzură, procedeul se aplică și în scopul sporirii rezistenței la coroziune și chiar a rezistenței la temperaturi ridicate.

Borurarea constă în saturarea suprafețelor de oțel cu bor, în medii active, capabile să cedeze bor atomic la temperaturi ridicate și care difuzează liber în masa de oțel, putîndu-se forma feroboruri (FeB și Fe_2B), carboboruri și boruri mixte ale elementelor de aliere (Ni, Mo, Cr. Co etc.).

Stratul de boruri poate avea, în condițiile obișnuite, grosimi de 125—175 microni. Duritatea acestui strat este aproximativ dublă, față de cea a cromului dur, a depunerilor de stelit, a suprafețelor nitrurate ionic și depășește dublul durității straturilor cementate și călite. Se obțin, fără dificultate, la oțeluri carbon obișnuite (OLC 16, OLC 45, OLT 65), microdurități în jur de 2000 unități Vickers (HV 0,100). Duritatea mare conferă straturilor de boruri o rezistență deosebit de ridicată la uzura de abraziune. Cercetări făcute pe aparatură Amsler au demonstrat o superioritate de circa 35—40% a suprafețelor borurate, față de cele stelitate, în ceea ce privește rezistența la uzură.

În privința susceptibilității la coroziune, cercetări menționate în literatura de specialitate arată că suprafețele borurate ale unui oțel carbon au o rezistență de cel puțin 15—20 ori mai mare decît cea a metalului (oțelului) de bază, la atacul unor agenți corozivi cum sînt HCl (20%), H_3PO_4 (30%) și H_2SO_4 (10%).

Aria aplicațiilor borurării, în diferite domenii ale construcțiilor de mașini, este largă, rezistența la uzură a stratului de boruri fiind exploatată la o gamă variată de piese cum sînt :

— came de comandă, conducătoare de fir etc. (la mașini textile) ;

— matrițe, ștanțe, scule tăietoare, bucșe de ghidare etc. (în domeniul prelucrărilor mecanice) ;

— piese pentru extruderea și tăierea materialelor ceramice ;

— matrițe pentru formarea (suflarea) sticlei în stare caldă etc.

În domeniul construcției de utilaj petrolier se cunosc de asemenea, cazuri de aplicații industriale ale borurării, chiar la piese cu solicitări deosebit de importante și cu rol determinant în asigurarea eficienței economice a operațiunilor pe care le îndeplinesc. Astfel în U.R.S.S. se aplică de peste 20 ani borurarea, în vederea ridicării duratei de funcționare a cămășilor de cilindru de la pompele de noroi. În S.U.A. s-a trecut, în urmă cu aproximativ 7 ani, la durificarea prin borurare a butonilor lagărelor de la sapele de foraj, urmărindu-se mărirea durabilității acestora și eliminarea consumului de stelit, elementul clasic de durificare a acestei suprafețe de lucru pînă la aplicarea borurării.

De altfel, la utilajul petrolier, uzura prin abraziune și degradarea prin coroziune (în diverse medii de lucru) constituie — prin excelență — cauzele limitării duratei de funcționare a unui variat număr de repere, de multe ori cu influențe majore asupra eficienței operațiunilor de foraj și extracție.

Posibilitatea de a opune acestor solicitări rezistențele specifice ale straturilor de boruri, este de natură să deschidă perspective interesante aplicării procesului de borurare în construcția de utilaj petrolier, cu efecte directe asupra competitivității sale tehnice pe plan internațional, cît și asupra reducerii consumului unor aliaje și elemente de aliere tributare importului (aliaje și carburi dure, pulberi de metalizare, oțeluri speciale înalt aliate, fero-aliaje speciale și elemente de aliere deficitare).

Aplicarea procedeului de borurare nu ridică probleme deosebite sau care să nu poată fi rezolvate cu mijloace cunoscute.

Durificarea, prin borurare, a butonilor lagărelor sapelor de foraj

În contextul preocupărilor de îmbunătățire a competitivității utilajului petrolier, I.P.C.U.P. a inițiat în 1982 introducerea borurării în practica fabricației acestui gen de utilaje. Ca

prim obiectiv al unei viitoare aplicații industriale, a fost avută în vedere durificarea prin borurare a butonilor de lagăre ale sapelor de foraj. Lucrarea a fost abordată ca o primă aplicație a respectivei tehnologii, pe atunci în curs de cercetare și eloborare la Institutul de fizică și tehnologia aparatelor cu radiații (IFTAR).

Potrivit informațiilor din literatură, cît și datorită specificului reperului, lucrările au fost orientate pe borurarea în mediu solid.

Încercările pentru determinarea parametrilor borurării, precum și primele borurări, pe epruvete, butoni falși de lagăre ale sapelor, cît și pe alte tipuri și mărimi de piese, au fost făcute de IFTAR cu pulbere de borurare din import, purtînd denumirea de Ekabor.

Ca urmare a bunelor rezultate obținute cu Ekabor, cît și pentru a asigura aplicabilitatea procedeului fără resurse valutare, IFTAR a inițiat și a trecut în 1983 la cercetarea și elaborarea soluțiilor pentru asimilarea unui mediu propriu de borurare. Produsul realizat „PULBOR" și tehnologia de fabricație a acestuia au fost omologate în septembrie 1983.

În prezent IFTAR fabrică Pulbor la scară de microproducție, urmînd ca în cursul anului 1985 să realizeze o stație de pilot industrial pentru asigurarea necesarului de pulbere, în vederea aprofundării și extinderii aplicațiilor industriale ale borurării.

Experimentări pe epruvete. Experimentările s-au făcut pe epruvete, cementate și necementate, din oțel 20 Mo C N 06 X, devenit clasic pentru confecționarea butonilor lagărelor sapelor de foraj. Pentru prima experiență, parametrii borurării au fost orientați după indicațiile din literatură [1] alegîndu-se temperatura de 900°C și durata de 10 ore. Ca mediu de borurare a fost folosit Ekabor și s-a lucrat potrivit indicațiilor furnizorului pulberii, conținute și în [2].

Rezultate obținute

Epruveta necementată (fig. 1) :
— strat borurat bifazic Fe_2B (144—228 microni) + Fe B (80 microni) ;
— interfața puternic danturată, bine ancorată în miez.

Epruveta cementată (fig. 2) :
— strat borurat bifazic Fe_2B (160—220 microni + FeB (50 microni) ;
— interfața netezită datorită obstrucției carbonului (în concentrație mult sporită) la difuzia borului.

Grosimea mai mare a stratului borurat decît 127 microni, cît arată Dill și Scales [1] că ar fi obținut la parametri menționați, se explică prin calitatea superioară a Ekaborului.

Un aspect negativ al acestui prim experiment a fost apariția la suprafața piesei a fazei FeB nedorită, deși mai dură, din cauza fragilității și tendinței de exfoliere, datorate diferenței dintre coeficienții de dilatare termică a celor două faze (Fe_2B și Fe B) adiacente.

Fig. 1 Epruvetă 20 Mo C N 06 X necementată (x250).

Cu acest prim rezultat s-a putut determina durata necesară pentru a obține un strat borurat cu adîncimea de 127 microni, la 900°C.

$$t_{127} = t_{220}(127/220)^2 = 3 \text{ ore } 20 \text{ minute.}$$

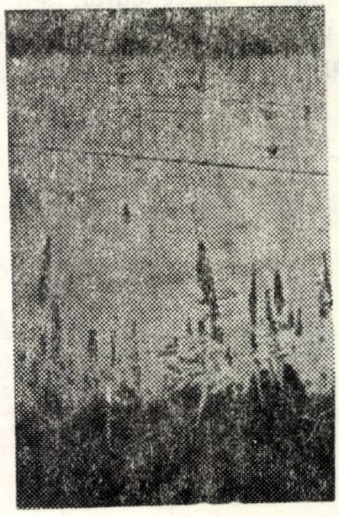


Fig. 2 Epruvetă 20 Mo C N 06 X cementată (x250).

Borurînd un nou lot de epruvete cementate, timp de 3 ore și 20 minute, la 900°C, s-a obținut :

— un strat borurat monofazic Fe_2B (128 microni) ;

— microduritate 2150 $H_{v\,0,100}$ (940 $HV_{0,100}$ în stratul stelitat).

În concluzie parametrii de borurare (cu Ekabor) a oțelului 20 Mo C N 06 H, pentru a se obține un strat monofazic Fe_2B, cu grosimea de cca 127 microni sînt : temperatura 900°C, durata 3 ore 20 minute.

Borurarea cu Pulbor, în condițiile parametrilor determinați ca mai sus, a unei epruvete 20 Mo C N 06 X cementată, a condus la un strat de boruri corespunzător cerințelor pentru reperul în cauză (buton de lagăr). Micrografia aferentă este redată în figura 3.

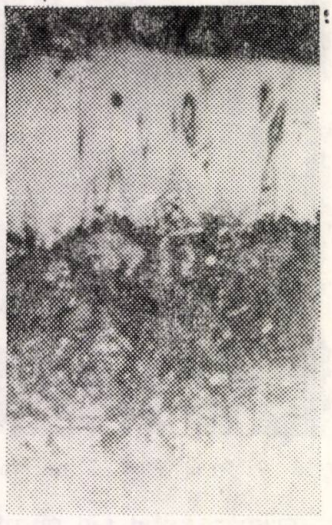


Fig. 3 Epruvetă 20 Mo C N 06 X cementată-borurare Pulbor (x250).

Experimentări pe butoni de sape. Odată fixați parametrii procedeului, s-a trecut la borurarea unor butoni de sapă, în scopul studierii comportării lor la uzură, comparativ cu butoni durificați prin stelitare, în condițiile fabricației curente de sape. Experimentările s-au făcut pe standul de uzură al Institutului de Petrol și Gaze (I.P.G.) — Ploiești. Rezultatele obținute sînt redate în tabelul 1, în care BB = buton borurat, BS = buton stelitat, 1 = lagăr din oțel cu nituri de cupru, 2 = lagăr din oțel cu alveole placate cu aliaj BAL 14/4 (furnizat de firma Alliages Frittés-Grenoble, Franța), 3 = lagăr din oțel cu alveole placate cu aliaj Cu—Fe—Al (tip I.A.M.N. — București).

Din grupajul de valori de mai jos, rezultă că butonii borurați, testați în condiții de parametru pV_{maxim}, s-au comportat — comparativ cu butonii stelitați după cum urmează :

1. au demonstrat o durabilitate cel puțin echivalentă cu cea a butonilor stelitați în cuplu cu bucșe cu nituri de cupru **1**, sau cu aliaj tip BAL 14/4. Rezultatele funcționării în cuplu cu bucșe încărcate cu aliaj Cu—Fe—Al (IAMN) sînt neconcludente din cauze dependente de bucșă ;

2. temperaturile maxime de funcționare a lagărelor (în jur de 200°C) au fost comparabile în cele două cazuri.

3. degradarea butonilor a avut loc :

— prin apariția unei rețele de fisuri, urmată de tendințe de gripare și în final smulgeri de particule, de metal, la butonii borurați ;

— prin uzură obișnuită, urmată de tendințe de gripare și, parțial (fenomenul neputînd fi apreciat ca regulă), smulgeri de particule de stelit, la butonii stelitați.

Tabelul 1

		Tip lagăr	Valori pv (daN.m/cm².s)				
			74,6	76,4	82,9	99,4	
			Indice pV				
			1	1,025	1,112	1,333	
			BS	BS	BS	BS	BS
Durata de funcționare (ore) pînă la distrugere		1	144	152	110	112	80
				180		150	
		2				122	84
		3			98	2,5	
Uzura finală (microni)	Buton	1	0	0	0	50	0
				0		100	
		2				40	40
		3			10	—	—
	Lagăr	1	35	245	30	20	30
				10		60-10	
		3				200	150
		4			(-50)—(-30)	—	—
Uzura totală — joc final minus joc inițial (microni)		1	160	400	180	200	250
						190	
		2				120	150
		3			150	—	—

Valorile negative ale „uzurii" înseamnă depuneri de metal.

Tabelul 2

Tip sapă SM 7 1/2 — DGJ	Sape [buc.]	Prestație [m]	Timp total [ore]	Indicatori medii			Raport B/S		
				[m/sapă]	[ore/sapă]	[m/oră]	[m/sapă]	[ore/sapă]	[m/oră]
FORAJ									
Borurate (B)	2	159	109	79,5	54,5	1,46	1,82	1,65	1,1
Stelitate (S)	3	131	99	43,7	33,0	1,32			
CORECTARE									
Borurate (B)	2	180	30,5	90	15,25	5,9	1,49	1,07	1,40
Stelitate (S)	3	181	42,75	60,3	14,25	4,2			

Rezultatele obținute au fost considerate favorabile trecerii la executarea unui lot experimental de sape care să fie testate într-o sondă.

Experimentarea, în condiții de șantier, a unor sape cu lagăre borurate

În baza rezultatelor bune obținute în laborator și pe standul de uzură al I.P.G. — Ploiești, s-a apreciat ca oportună realizarea și testarea într-o sondă a unor sape borurate, comparativ cu sape identice (ca tip) avînd însă butoni de lagăr durificați prin procedeul clasic, adică prin stelitare.

Au fost testate două sape tip SM—7 1/2 DGJ (seriile 941 și 942) avînd butoni de lagăr borurați, alternativ și consecutiv cu 3 sape SM 7 1/2 DGJ (seriile 943, 944 și 945) avînd butonii stelitați. Celelalte elemente ale sapelor au fost identice la ambele variante. Sapele au fost fabricate la Intreprinderea „1 Mai" Ploiești.

Experimentarea a avut loc în schela de foraj Boldești, sonda 117 Păcureți, în perioada 15.05.1983 — 10.06.1983, pe intervalul de adîncime cuprins între 2223—2517 m.

Rezultatele experimentului au fost consemnate prin procesul verbal din 14.06.1983, încheiat între schela de foraj Boldești și I.P.C.U.P.

Prestațiile și performanțele realizate de cele două variante de sape au fost după cum urmează (tab. 2).

Neglijînd prestația la operația de corectare, neglijare ce vine în defavoarea aprecierii sapelor borurate, rezultă că acestea au avut performanțe superioare la toți indicatorii după cum urmează :

— metraj pe sapă cu 82% ;
— durabilitate (ore/sapă) cu 65% ;
— penetrație (m/oră) cu 10%.

Se cuvine totuși ca superioritatea, ilustrată cifric ca mai sus, să fie interpretată la justa ei valență, cunoscînd că cele două variante nu au fost exploatate la limita capacității potențiale a butonului de lagăr (element care a fost, de fapt obiectul experimentului), factorii care sînt comentați în cele ce urmează pledînd pentru o superioritate și mai pronunțată a sapelor borurate.

Motivele acestei situații și constatările făcute, în contextul circumstanțelor în care a avut loc experimentul, sînt :

1. din prudență, personalul de la sondă a extras toate cele 5 sape, sensibil mai devreme decît ar fi permis starea generală a acestora. S-a apreciat că, în ansamblu (deci inclusiv dantura conurilor, nu numai butonul de lagăr), sapele ar fi putut lucra în plus (ca metraj) încă cel puțin :

30—35% cele borurate ;
10—12% cele stelitate (sapa seria 945 a fost complet deteriorată);

2. uzura butonilor durificați a fost mai mare la cei stelitați decît la cei borurați. Astfel, butonii măsurați după efectuarea experimentului au prezentat valori după cum urmează (tab. 3).

Tabelul 3

Variantă	Butoni măsurați [buc.]	Limite găsite [mm]	Valori medii [mm]	Uzura relativă a sapelor S, față de B
B	5	49,95-50,05	50,021	—
S	9	49,65-50,03	49,917	0,104

3. uzura butonilor a fost accelerată de totala ineficiență a sistemului de etanșare a lagărului, calitatea cauciucului utilizat la confecționarea inelelor „O" de etanșare dovedindu-se necorespunzătoare.

☆

Constatările, expuse succint în cele de mai sus cît și multe alte detalii exprimate comparativ la încheierea experimentului, permit formularea următoarelor **concluzii** :

1. aplicarea borurării în fabricația sapelor de foraj este realizabilă;

2. performanțele realizate în exploatare de sapele supuse exprimentării și starea lor de uzură la finele experimentului arată că sapele borurate au fost calitativ cel puțin echivalente cu cele stelitate;

3. aceste prime concluzii justifică lărgirea ariei de investigare a eficienței borurării la loturi mai mari sape și pe o gamă diversificată de tipuri.

Rezultatele încurajatoare ale aplicării borurării la sapele de foraj (scule care în exploatare sînt supuse unor solicitări grele și brutale) și faptul că și în alte țări constructorii de utilaje petroliere apelează la borurare (ca mijloc de contracarare a solicitărilor de uzură abrazivă și de coroziune chimică, deosebit de agresive și de neînlăturat în exploatarea acestui gen de utilaje), pledează pentru lărgirea ariei de investigare privitor la aplicabilitatea borurării în construcția de utilaj petrolier.

Repere ca tije pentru pompe de noroi, plungere pentru pompe destinate vehiculării de medii agresive, cămăși de cilindru pentru pompe de extracție, organe de închidere la armăturile petroliere, duze, scaune de supapă, colivii pentru supapele pompelor de extracție, țevi de spălare pentru capete hidraulice și probabil multe altele candidează cu depline perspective la exploatarea cu succes a avantajelor și calităților de excepție ale straturilor de boruri.

Independența față de import a pulberii de borurare, cît și relativa simplitate a borurării în mediu solid sînt argumente în plus pentru aprofundarea fezabilității și avantajelor borurării în construcția de utilaj petrolier.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Dill, H.C., Scales, R.S.:* Metalurgical developments aid bits, tool joints. Oil an Gas Journal, 29. VIII. 1977.

[2] *Von Matuschka, A.:* Borieren. Karl Hansen Verlag Munchen — Wien, 1977.

Condiții de prezentare a manuscriselor pentru revista „Construcția de mașini"

1. **Textul** unui articol împreună cu desenele să nu depășească 15 pag. convenționale, de 2000 semne.

2. **Dactilografierea** se execută la 2 rînduri în pag. de 2000 semne, pe hîrtie albă, pe o singură față a filei. Pagina va avea o margine albă de 3 cm lățime în stînga. Formulele se scriu foarte clar, cu semnele matematice și literele conform STAS, suficient de mari, cu tuș.

3. **Desenele** se execută în tuș pe calc, la dimensiuni între formatele A6 și A4. Dacă sînt figuri-foto, acestea nu trebuie să depășească formatul A4 și să fie foarte clare, cu efectele de contrast foarte pronunțate.

4. **Toate figurile și tabelele** care însoțesc articolul trebuie menționate în text. Figurile trebuie să aibe titluri și legende și să fie însoțite de un borderou de figuri dactilografiat pe o pagină separată de textul articolului. Nu se va scrie pe nici o figură titlul și legenda; legătura se face prin numărul lor conform borderoului separat într-un plic adecvat prezentate. În tipografie diferitele elemente ale materialului (text, borderou de figuri, bibliografii, tabele) se prelucrează în secții diferite, de aceea ele trebuie prezentate pe foi separate.

5. **Tabelele** trebuie dactilografiate pe foi separate de text (în text li se va indica doar locul ca și pentru figuri), deoarece au alt regim tipografic.

6. **Bibliografia** trebuie dactilografiată tot pe o pagină separată de text și prezentată conform STAS nr. 6158-60 și anume : **Cărți:** numele autorului, inițiala prenumelui autorului, titlul cărții (dacă este o lucrare străină se va da titlul în original, eventual traducerea în lb. română), numărul ediției în cifre arabe, numărul volumului în cifre romane, locul publicării, pagina la care se trimite sau prima și ultima pagină a fragmentului. **Periodice :** numele autorului, inițiala prenumelui autorului, titlul articolului (dacă este o lucrare străină se va da titlul în original, eventual cu traducerea în lb. română), titlul periodicului precedat de cuvîntul „In", numărul volumului sau anul de apariție (în cifre arabe) numărul de ordine al numărului de periodic, data numărului, pagina citată sau prima și ultima pagină a fragmentului citat sau a articolului întreg, după cum citează, doar o anumită pagină, un fragment, sau un articol în întregime. Cînd lucrarea citată a fost tradusă în lb. română, titlul se scrie în traducere, dar cu mențiunea că lucrarea a fost tradusă și din ce limbă.

7. **Predarea la redacție** a manuscrisului dactilografiat se face în două exemplare, din care un original și o copie. Originalul este însoțit de desenele în tuș pe calc și fotografii cînd este cazul, iar cel de-al doilea exemplar este însoțit de ozalide sau xerocopii ale figurilor în calc sau de al doilea rînd de fotografii, cînd este cazul.

8. Autorul trebuie **să garanteze conținutul științific** al articolului, iar textul prezentat redacției să fie revizuit după dactilografiere, deoarece în timpul fazelor editoriale și tipografice nu îl mai revede, deci nu mai poate interveni în acest text după predarea manuscrisului.

9. Conform regulilor editoriale manuscrisele și figurile — publicate sau nu — nu se mai restituie autorului.

10. **Materialele**, prezentate conform regulilor de mai sus, se primesc la redacția revistei „Construcția de mașini", la următoarea adresă :

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Redacția revistei „Construcția de mașini" Cal. Victoriei 133, Sector 1, clădirea mică, parter, cod 71102 BUCUREȘTI, Oficiul poștal 22, Căsuța poștală 22—125.

11. Orice informație și referință se pot obține la telefoanele : 59.71.35 sau 50.31.30 (direct) și 50.40.90/253 sau 274, redactor șef ing. TEODOSIA OPRESCU, redactor : ȘERBAN TEODORESCU.

12. Materialul va fi însoțit — obligatoriu — de o **adeverință** semnată de conducerea instituției unde activează autorul, specificînd respectarea legilor în vigoare cu privire la păstrarea secretului.

13. Va fi însoțit și de **rezumatele lucrării** în lb. română, franceză, engleză, rusă și germană.

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ
PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
difuzează în anul 1984

materiale de informare despre realizări din țară și din străinătate privind preocupările actuale în domeniul construcțiilor de mașini, de ex.: **programul energetic, valorificarea surselor proprii de materii prime, calitatea produselor, economisirea materiilor prime și reciclarea deșeurilor, productivitatea muncii etc.**

Materialele sînt grupate în serii :

Simbol	Denumirea seriei
	REALIZĂRI ALE CERCETĂRII ROMÂNEȘTI
RCM	Revista „Construcția de mașini"
ID	**INFORMARE DOCUMENTARĂ** asupra nivelului progresului tehnic pe plan mondial în industria construcțiilor de mașini
	Informări pentru cadre de conducere :
IDCM	Informare documentară în construcția de mașini
IDCM-C	Informare documentară în construcția de mașini-conjunctură
IDCM-E	Informare documentară în construcția de mașini-energie
IDCM-O	Informare documentară în construcția de mașini-organizare
IDCM-PM	Informare documentară pentru protecția muncii
	Informări pentru specialiști :
IDT	Informare documentară în turnătorii
IDTT	Informare documentară pentru tratamente termice
IDPP	Informare documentară pentru prelucrări prin deformare plastică
IDS	Informare documentară pentru sudori
IDPR	Informare documentară pentru prelucrări la rece
IDCC	Informare documentară pentru calitate și control
IDMK	Informare documentară pentru prognoză și marketing
IDAR	Informare documentară pentru automatizare, robotizare
IDRC	Informare documentară privind reducerea consumurilor de materiale și energie

Simbol	Denumirea seriei
	SINTEZE DOCUMENTARE privind nivelul **tehnic pe plan mondial** în industria construcțiilor de mașini
SID	Noutăți în diverse domenii
	REALIZĂRI ALE UNITĂȚILOR MICM
CE, CO, CTN, CMA, CA	Cataloage de fișe tehnice de produse, tehnologii și mecanizări, automatizări
PTN, SE, CSSM, RSM,	Realizări deosebite, omologări standarde etc.
CES	Echipamente de sudare
CTO, CT	Produse tipizate, descrieri de tehnologii
	DOCUMENTE NORMATIVE
BI-MICM	Buletinul intern MICM
NT	Normative tehnice
LPCM	Liste de prețuri în construcția de mașini
ITC	Indicatoare tarifare de calificare
NPM	Normative și ghid de protecția muncii în construcția de mașini
	MATERIALE DOCUMENTARE în ajutorul proiectării și al producției
	Atlas de forme și dimensiuni ale rosturilor pentru sudare ; Robotica ; Oțeluri tipizate pentru construcția de mașini-indicații practice de utilizare ; Sistemul de asigurare a calității ; Optimizarea unor tehnologii de sudare

I. C. T. C. M.
INSTITUTUL DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ ȘI INGINERIE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Șos. Olteniței nr. 103, sector 4
București — 73651
Telefon 83 21 70 Telex 10233

Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Industria Construcțiilor de Mașini, înființat încă din anul 1955, are o bogată experiență în cercetare și proiectare tehnologică specifică pentru construcțiile de mașini. În cadrul institutului se desfășoară trei tipuri de activități :

1. Cercetarea de procese tehnologice (metode de fabricație) noi în cadrul laboratoarelor special amenajate pentru experimentarea și optimizarea procedeelor, regimurilor sau rețetelor tehnologice precum și cercetarea în vederea asimilării în fabricația de serie a unor echipamente și produse noi în domeniile : prelucrări prin așchiere, ștanțare, ambutisare și prin tehnologii neconvenționale, manipulare automată, montaj mecanizat și automatizat, acoperiri de protecție și decorative, control activ, interoperațional și final.

2. Elaborarea de tehnologii integrate și sisteme complexe de fabricație pentru prelucrarea unor piese sau grupe de piese sau produse, cu adoptarea celor mai eficiente procedee, inclusiv proiectarea mașinilor speciale, dispozitivelor și sculelor.

3. Execuția, în limita capacităților propriului său atelier, a echipamentelor tehnologice proiectate. Acordarea de asistență tehnică pentru punerea în funcțiune la parametrii proiectați a proiectelor elaborate.

De asemenea, în cadrul institutului funcționează compartimente specializate în :

— mecanisme de acționare și organe de mașini, transportul pneumatic containerizat al materialelor în vrac și pulverulente.

ICTCM EFECTUEAZĂ:

● Studiul problemelor tehnologice individuale sau legate de realizarea unui anumit produs ; ● Elaborarea de procedee tehnologice noi sau dezvoltarea și îmbunătățirea unor tehnologii existente ; ● Experimentarea în laborator și în producție a procedeelor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de execuție pentru liniile, mașinile, dispozitivele sau sculele necesare aplicării tehnologiilor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de utilare tehnologică a secțiilor sau atelierelor în care se vor realiza tehnologiile respective ; ● Construcția în ateliere proprii a utilajelor proiectate ; ● Execuția de prototipuri de mașini și dispozitive și experimentarea acestora în vederea introducerii lor în fabricația de serie ; ● Elaborarea de metode de măsură și control interoperații și final, proiectarea și executarea utilajelor necesare controlului și sortării cu diferite grade de automatizare ; ● Proiectarea și executarea de bancuri de probă pentru studii de laborator și fabricația de serie ; ● Organizarea fabricației, transportului intern și depozitării în secțiile și atelierele destinate aplicării noilor tehnologii, planificarea și urmărirea producției ; ● Elaborarea de sisteme pentru automatizarea pregătirii tehnologiei precum și pentru planificare, lansare și urmărire cu ajutorul calculatorului electronic ; ● Acordarea de asistență tehnică pentru aplicarea procedeelor tehnologice elaborate și pentru punerea în funcțiune a utilajelor proiectate și executate ; ● Acordarea de licențe, know-how și punerea la dispoziție a documentației de execuție pentru lucrările executate de institut.

EXPORTATOR:
balkancar Sofia 1040
B-dul KLIMENT
OHRIDSKI nr. 48
Telefon 655-01
Telex 023431/2
Adresa telegrafică:
balkancar Sofia
Informații și consultații tehnice: Biroul tehnic-comercial Balkancar, str. Galați nr. 32, București; telefon: 12.76.04.

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONTI KÖNYVTÁR 1983

balkancar

asigură un

RANDAMENT ÎNALT NU NUMAI ÎN DEPOZITE CI ȘI ÎN AER LIBER

prin intermediul

ELECTROSTIVUITORULUI CU TREI ROȚI

Capacitate portantă: 1 000, 1 250 și 1 600 kg

Cursă de ridicare: 2 500, 2 800, 3 300 și 4 500 mm

Aceste utilaje pot fi utilizate acolo, unde nu pot fi manipulate alte utilaje. Atît în spații închise cît și în aer liber stivuitoarele de acest gen reprezintă un utilaj necesar, atunci cînd este deosebit de importantă economisirea spațiului de depozitare.

Dotarea cu anvelope cu camere de aer lărgește domeniul tradițional de utilizare a stivuitorului cu trei roți, deoarece anvelopele cu camere de aer permit deplasarea pe spații denivelate, pietruite și intersectate de linii de cale ferată.

Presiunea specifică scăzută a anvelopelor asupra solului permite acestor electrostivuitoare deplasarea pe soluri afînate. Dimensiunile mici, raza mică de rotire, înălțimea scăzută și cursa liberă mare creează condițiile pentru utilizarea utilajelor în încăperi cu plafonul jos — conteinere, vagoane de tren, camioane cu caroserie, cale de nave — fără a fi necesară demontarea acoperișului.

Alte avantaje ale acestei serii de stivuitoare sînt:

— antrenarea prin intermediul a două motoare frontale;
— posibilitatea de schimbare a anvelopelor — anvelope cu camere de aer, anvelope din cauciuc masiv și anvelope supraelastice; schimbarea anvelopelor se efectuează la stațiile de service;
— motoare de mare putere și capacitate mărită de baterii;
— viteze mari de deplasare și de lucru;
— elementele de construcție sînt accesibile la întreținere;
— posibilitatea de a monta un număr mare de diverse dispozitive pentru prelucrarea materialelor încărcate de diferite feluri;
— proprietăți ergonomice excepționale.

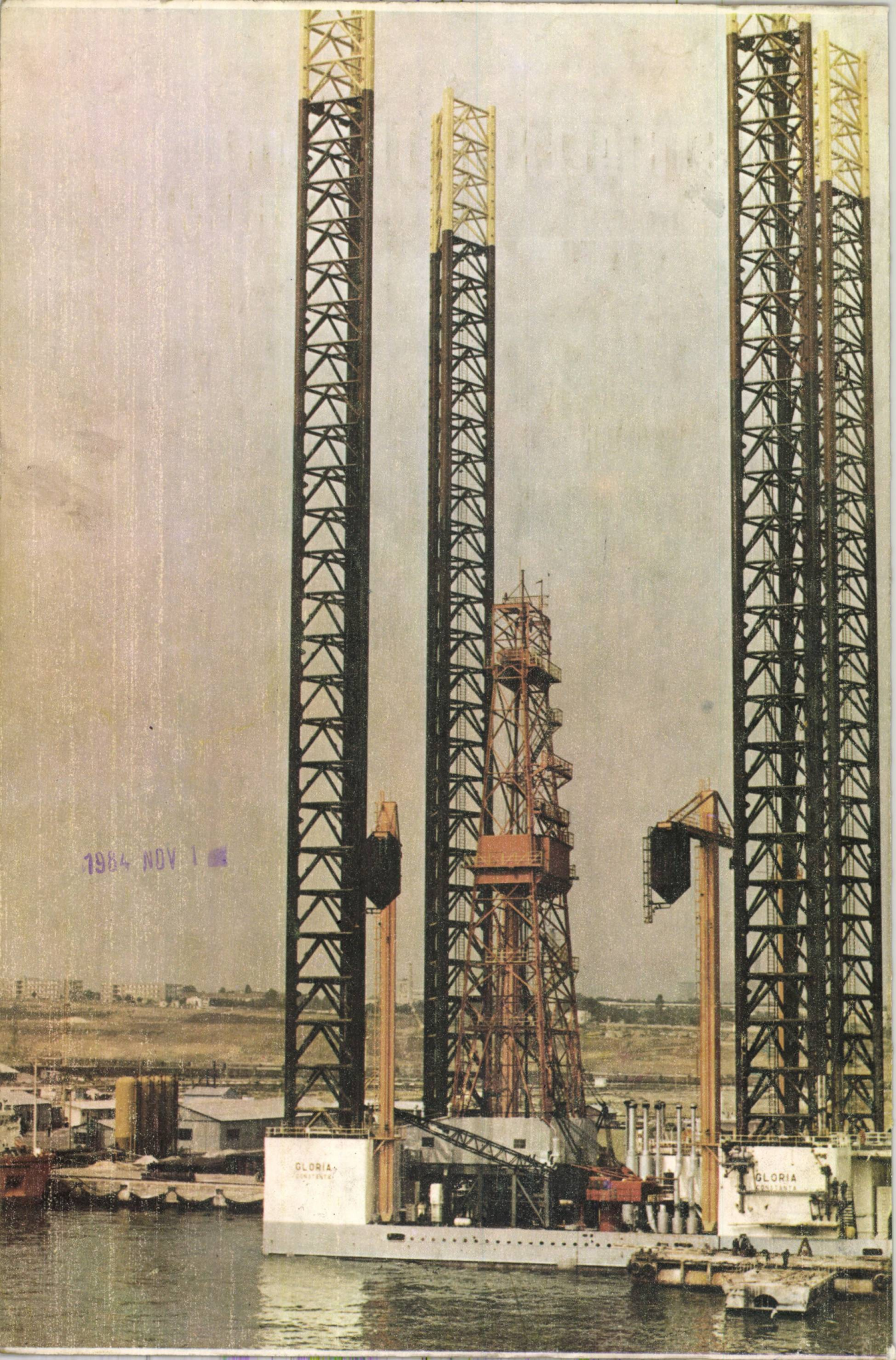
PUBLICOM

INDUSTRIALEXPORTIMPORT PETROMIN

LIVREAZA:

- instalații, agregate și echipamente pentru:
  EXPLOATAREA CĂRBUNELUI ÎN SUBTERAN
- instalații, agregate și echipamente pentru:
  MINELE DE MINEREU
- instalații, agregate și echipamente pentru:
  EXTRAGEREA SUBSTANȚELOR MINERALE UTILE IN CARIERE
- instalații, agregate și echipamente pentru:
  PREPARAREA SUBSTANȚELOR MINERALE UTILE
- instalații, agregate și echipamente pentru:
  ACTIVITĂȚI AUXILIARE ÎN INDUSTRIA MINIERĂ

ROMANIA-79519 BUCURESTI
str.Scaune 1-3 Telefon 13.1o.o9
Telex 1o-o52 Căsuţa poştală 768



1984 NOV 1

E 3279

REFERALVA

• PRELUCRĂRI NECONVENȚIONALE

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

04

9

BUCUREȘTI ■ XXXVI ■ SEPTEMBRIE ■ 1984

EDM

technologies and equipments for ELECTRODISCHARGE MACHINING

I C T C M works out :

Complex EDM technologies used in any field of metals machining, disregarding their hardness.

I C T C M designs :

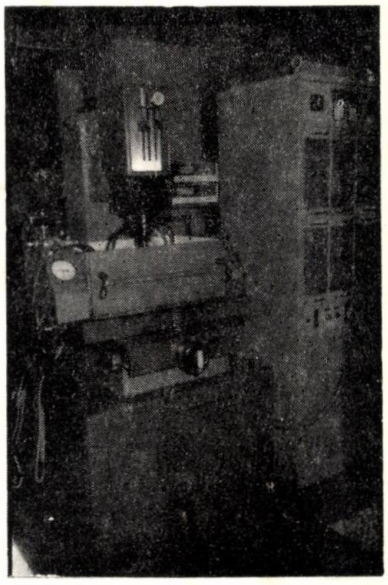
— Universal and custom-built EDM equipments.
— Special devices necessary for each specific technology for every use or product.

I C T C M has achieved :

— Technologies and equipments for machining of dies prophiles for tyres vulcanization.
— Technologies for machining of microholes under 1 mm.
— Technologies for execution of precision dies.
— Systems of modular devices for EDM. Original technologies for electrodes machining.

I C T C M offers :

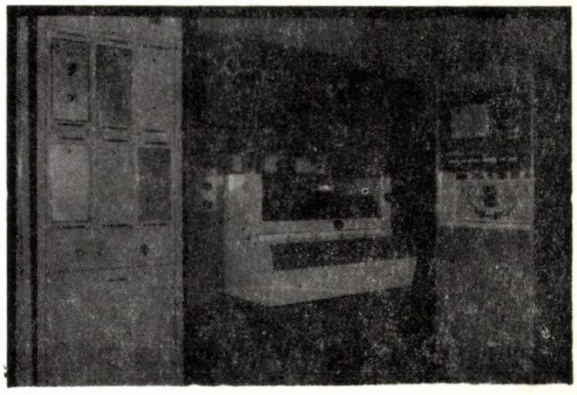
— EDM technologies on serial production machines.
— EDM technologies and custom built machines for special purposes.
— Working devices and electrodes necessary for the application of the offered EDM technologies.
— Technical assistance at the equipment mounting and putting into operation.
— Service at the customer.
— Personnel training.
— Technical consulting in the field of EDM.



I C T C M

has designed and delivers 3 Standard EDM machines of different sizes that ensure the application of the electroerosive technologies in all the usual situations met in the industrial practice.

These machines have the following.



TECHNICAL CHARACTERISTICS

		ELER-11	ELER-02	ELER-21
— Working table sizes	mm	450 x 250	600 x 400	1,100 x 650
— Working table stroke	mm	250 x 150	410 x 225	650 x 425
— Working head stroke automated	mm	150	200	400
— Working tank sizes	mm	610 x 370	925 x 500	1,500 x 940
— Maximum distance between the electrode support and the surface of the working table	mm	400	550	800
— Part weight	daN	100	200	2000
— Electrode weight	daN	10	25	500
— Current supply	A	25 (50)	50 (100)	100—600

Mechanical Engineering and Research Institute

Şos. Olteniţei 103
75651 Bucharest-Romania
Telephone 83 21 70

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR: OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXVI, nr. 9 septembrie, 1984

CUPRINS

PRELUCRĂRI NECONVENȚIONALE

ROMAN, I., MANIȚIU, C., TODOR, C.: **Realizări și tendințe în domeniul prelucrărilor neconvenționale în construcția de mașini** 465

DRIMER, D.: **Asupra izvoarelor și resurselor științifice ale tehnologiilor neconvenționale** 470

Prelucrări prin electroeroziune

MANIȚIU, C., DIMITRIU, M., ANDREESCU, M.: **Utilizarea proprietăților cuplurilor de materiale la prelucrarea electroerozivă în scopuri industriale** 474

OBACIU, GH., IVAN, M.: **Mecanism electromecanic de avans pentru mașini de electroeroziune** 478

Prelucrări electrochimice

IVAN, M., OBACIU, GH.: **Analiza calitativă și cantitativă a parametrilor care determină precizia prelucrării prin eroziune electrochimică** 483

GHERGHEL, N., PLĂHTEANU, B., TOFAN, I., LEPĂDATU, D.: **Optimizarea globală a principalilor parametri de lucru la rectificarea electrochimică abrazivă, cu apăsare constantă, a aliajelor dure sinterizate** 489

POPA, E., DIMITRIU, RUXANDRA, ORĂȘANU, GH.: **Contribuții la proiectarea proceselor tehnologice și a dispozitivelor de lucru pentru debavurarea electrochimică** 495

CUCULEANU, GEORGETA: **Proiectarea camerelor de lucru folosite la prelucrarea electrochimică** 502

Prelucrări cu laser și ultrasunete

CRIȘAN, RODICA, STEINER, V., CĂLIN, M., RIGEAN, ABDULA, AMZA, GH.: **Modelarea și experimentarea tehnologiei de prelucrare pe contur cu ajutorul laserului cu CO_2** 504

Cercetări privind influența ultrasunetelor asupra tensiunilor remanente în diferite produse prelucrate sau tratate cu ultrasunete 508

CRIȘAN, RODICA, STEINER, V.: **Optimizarea cuplului concentrator-sculă în prelucrarea materialelor prin ultrasunete** 521

Manifestări tehnico-științifice

MANIȚIU, C.: **Informare privind lucrările Simpozionului internațional de prelucrări electrofizice, ISEM-7, 12—14 aprilie 1983, Birmingham, Anglia** 525

VULPE, MAGDALENA: **Pompe și armături industriale de fabricație sovietică** 525

CRIȘAN, GABRIELA: **Aparatură radio și electrică de măsură și control** 526

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef: ing. Teodosia Oprescu
Redactor: Șerban Teodorescu
Coordonare științifică: Dr. ing. Ioan Roman, dr. ing. Carol Manițiu

SUMARE

CZ : 621.9.018.3:621.9:621.375.9:534.231.9

Roman, I., Maniţiu, C., Todor, C. **Realizări şi tendinţe în domeniul prelucrărilor neconvenţionale în construcţia de maşini**

Lucrarea prezintă — tabelar şi grafic — realizările din ţara noastă privind cercetarea, proiectarea şi introducerea în industrie a principalelor tehnologii neconvenţionale de prelucrare (electrofizice), cu accent pe electroeroziune, laser şi ultrasunete. În continuare, se prezintă principalele tendinţe (imediate şi de perspectivă), în dezvoltarea acestor tehnologii, precum şi modul în care se înscriu prevederile programelor şi prognozelor naţionale în tendinţele la scară mondială în acest domeniu.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 9, 4 fig., 1 tab.

CZ : 621.9.018.3:621.9:621.375.9:621.9:531.321.9

Drimer, D. : **Asupra izvoarelor şi resurselor ştiinţifice ale tehnologiilor neconvenţionale**

În lucrare se analizează principalele izvoare, resursele ştiinţifice şi implicaţiile tehnologiilor neconvenţionale de prelucrare a materialelor. Se prezintă, totodată, avantajele şi perspectivele dezvoltării acestor tehnologii (productivitate şi calitate superioară), precum şi limitele posibilităţilor de aplicare a lor, pe baza unei relaţii de incertitudine tehnologică, rezultată din analiza statistică a procedeelor convenţionale şi neconvenţionale.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 9, 2 fig.

CZ : 621.9.018.3

Maniţiu, C., Dimitriu, N., Andreescu, M. : **Utilizarea proprietăţilor cuplurilor de materiale la prelucrarea electroerozivă în scopuri industriale**

Articolul prezintă o metodă de prelucrare electroerozivă a cavităţilor complexe în piese, cu ajutorul unor electrozi de aluminiu, profilaţi tot prin electroeroziune în modele de cupru. Metoda prezintă avantaje economice importante, fiind aplicabilă în producţia de serie.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 9, 2 fig., 1 tab., 2 ref. bibl.

CZ : 622.9.18.3

Obaciu, Gh., Ivan, M. : **Mecanism de avans electromecanic pentru maşini de electroeroziune**

În lucrare se prezintă construcţia, testarea şi rezultatele experimentale ale unui mecanism electromecanic de avans de concepţie originală. Se arată oportunitatea utilizării unui astfel de mecanism, parametrii care definesc aspectele calitative ale funcţionării lui şi concluzii asupra acţionării. Curbele trasate demonstrează că din punct de vedere funcţional o asemenea construcţie poate înlocui un sistem hidraulic.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 9, 5 fig., 2 ref. bibl.

CZ : 541.13

Ivan, M., Obaciu, Gh. : **Analiza calitativă şi cantitativă a parametrilor care determină precizia prelucrării prin eroziune electrochimică**

Se analizează, teoretic, influenţele parametrilor ce determină precizia prelucrării prin eroziune electrochimică ; influenţa principală o au viteza de avans, temperatura electrolitului la intrarea în zona de lucru, tensiunea de lucru, precum şi variaţia tuturor acestora în timpul prelucrării. O influenţă importantă o au parametrii chimici de bază ai materialului prelucrat. Se prezintă apoi metodica de cercetare utilizată pentru verificarea relaţiilor teoretice şi rezultatele experimentale obţinute la prelucrări pe diferite materiale. Experimentările au fost efectuate atît pentru prelucrarea suprafeţelor frontale, cît şi a suprafeţelor sferice. Se stabilesc condiţiile ce trebuie îndeplinite de instalaţiile electrochimice, pentru a se asigura precizii ridicate de prelucrare.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 9, 5 fig., 4 tab., 4 ref. bibl.

CZ : 621.923.4:541.13:

Gherghel, N., Plahteanu, B., Tofan, I., Lepădatu, D. : **Optimizarea globală a principalilor parametri de lucru la rectificarea electrochimică-abrazivă cu apăsare constantă a aliajelor dure sinterizate**

În lucrare, se prezintă principalii parametri optimi de lucru la rectificarea electrochimică-abrazivă, cu apăsare constantă, a aliajelor dure sinterizate din grupele de utilizare P 10, P 20, P 30, obţinuţi cu ajutorul unui model matematic elaborat pe baza teoriei programării matematice.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 9, 6 fig., 2 tab., 13 ref. bibl.

CZ : 541.13

Popa, E., Dimitriu, Ruxandra, Orăşanu, Gh. : **Contribuţii la proiectarea proceselor tehnologice şi a dispozitivelor de lucru pentru debavurarea electrochimică**

Lucrarea prezintă un mod de analiză, pe grupuri de piese ce urmează a fi debavurate, arătînd procedeul cel mai indicat, în funcţie de mărimea bavurii şi gabaritul pieselor. Ca urmare a experienţei acumulate de specialiştii I.C.T.C.M. se insistă asupra debavurării electrochimice, arătîndu-se etapele proiectării proceselor tehnologice şi a dispozitivelor de lucru.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 9, 7 fig., 1 tab., 2 ref. bibl.

CZ : 541.13

Cuculeanu, Georgeta : **Proiectarea camerelor de lucru folosite la prelucrarea electrochimică**

Pentru creşterea preciziei de prelucrare, liniile de curent trebuie să fie paralele şi uniform distribuite pe toată suprafaţa de prelucrat, ceea ce se obţine prin existenţa unei „zone de intrare" şi a unei „zone de ieşire", care are şi rolul de a împiedica destinderea bruscă a electrolitului în vecinătatea piesei de prelucrat. Secţiunea zonei de ieşire trebuie să fie mai mică decît a zonei de intrare, pentru a se crea contrapresiunea necesară uniformizării vitezei de dizolvare. Lungimea celor două zone trebuie să fie apreciabilă (în special a celei de intrare), pentru a deplasa „apa moartă" a curgerii în afara suprafeţei de prelucrat.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 9, 6 fig., 2 ref. bibl.

CZ : 621.9:621.375.9

Crişan, Rodica, Steiner, V., Rigean, Abdula, Călin, M. : **Modelarea şi experimentarea tehnologiilor de prelucrare cu laserul CO^2**

În lucrare se prezintă un model fizico-matematic, al procesului de prelucrare cu CO_2, comparabil cu datele experimentale. Studiul teoretic, îmbunătăţit şi experimentat pe prototipul instalaţiei „LASER CO_2— 400", dotat cu CNC şi realizat prin colaborarea I.C.T.C.M., I.F.T.A.R. şi I.P.A., va putea deveni un instrument eficient pentru utilizarea calculatorului în stabilirea tehnologiilor optime de prelucrare conturată a oricărui material.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 9, 5 fig., 2 tab., 7 ref. bibl.

CZ : 621.9.534.32..9

Amza, Gh. : **Cercetări privind influenţa ultrasunetelor asupra tensiunilor remanente în diferite produse prelucrate sau tratate cu ultrasunete**

În lucrare se arată diferite posibilităţi şi scheme de introducere a energiei ultrasonore în piesele prelucrate, în vederea reducerii tensiunilor interne. Avînd în vedere starea globală a cîmpului de tensiuni, se prezintă metode de determinare ale acestora, precum şi diferite tehnologii de detensionare prin vibraţii. Rezultatele experimentale obţinute pe piese confecţionate din Al 99,5, OLC 45 şi 41'Mo C 11 demonstrează o reducere substanţială a tensiunilor de ordinul I şi II, şi parţială a tensiunilor de ordinul III.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 9, 11 fig., 9 ref. bibl.

CONTENTS

DC : 621.9.018.3:621.9:621.375.9:621.9:534.321.9

Roman, I., Manițiu, C., Todor, C.: **Present Achievements and Future Trends in the Field of Non-conventional Processing for Mechanical Engineering.**

The paper presents tables and diagrams showing the achivements scored by our country in the research, design and implementation of the main non-conventional (electrophysical) technologies, emphasis being placed on electroerosion, laser and ultrasounds.

The paper moreover presents the main present and future trends for extending these technologies, as well as the compliance of the national programs and forecasts with the trends manifest at a world scale in this field.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 9, 4 fig., 1 table

DC : 621.9.018.3:621.9:621.375.9:621.9:534,321.9

Drimer, D.: **On the Sources and Scientific Possibilities of Non-conventional Technologies.**

The paper makes an analysis of the main sources, scientific possibilities and implications of non-conventional technologies for materials processing. The advantages and prospects are moreover presented of developing these technologies (higher quality and efficiency), as well as the limited possibilities of applying them on account of a technological incertitude relation resulted from a statistical analysis of the conventional and non-conventional methods.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 9, 2 fig.

DC : 621.9.018.3

Manițiu, C, Dimitriu, N., Adreescu, M.: **Use of the Properties of Materials Pairs for Industrial Use Electroerosion Processing.**

The paper presents a method of processing by electroerosion the complexe covities of components by means of aluminium electrodes equally obtained by electroerosion modelling in copper dies. The method shows important economic advantages, as it can be used for the mass production.

Construcția de mașini, 36 (1934), No. 9, 2 fig., 1 table, 2 bibl. papers

DC : 621.1.018.3

Obaciu, Gh., Ivan, M.: **Electrochemical Feed Mechanism for Electroerosion Machines.**

The paper presents the structure, testing and experimental results of an electromechanical feed mechanism of original design. The opportunity of using such a mechanism is shown, alongside the parameters defining the quality aspects of its operation and conclusions on its servicing. The curves drawn show that such a device can functionally replace a hydraulic system.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 9, 5 fig., 2 bibl. papers

DC : 541.13

Ivan, M., Obaciu, Gh.: **A Quality and Quantity Analysis of the Parameters Determining the Accuracy of Electrochemical Erosion Processing.**

The authors make a theoretical analysis of the influence of the parameters determining the accuracy of electrochemical erosion processing; a main influence is shown by the rate of feed, electrolyte temperature on entering the operating area, working voltage, as well as their relevant variation during processing. The main chemical parameters of the material to be processed equally have an important influence. The research methods used for checking the theoretical relations are then given alongside the experimental results obtained when processing various materials. Experiments were carried out both for front and spherical surface processing. The paper moreover gives the conditions to be met by electrochemical instalations in order to secure high processing accuracy.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 9, 5 fig., 4 tables, 4 bibl. papers

DC : 621.923.4:541.13

Gherghel, N., Plahteanu, B., Tofan, I., Lepădatu, D.: **Total Optimization of the Main Working Parameters for Abrasive Electrochemical Grinding with Constant Pressure of Hard Sintered Alloys.**

The paper presents the main optimum parameters for abrasive electro-chemical grinding with constant pressure of hard sintered alloys falling within the P 10, P 20, P'30 operation groups, obtained by using a mathematical model worked out starting from the mathematical programming theory.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 5, 6 fig., 2 tables, 13 bibl. papers

DC : 541.13

Popa, E., Dimitriu, Ruxandra, Orășanu, Gh.: **Contributions to the Design of Technological Processes and Working Devices for Electrochemical Burring.**

The paper shows an analysis manner, by groups of components to be burred, indicating the most suitable method function of the burr magnitude and components size. Following the experience stored by I.C.T.C.M. specialists, electrochemical burring is dwelt upon while the design stages are shown of the technological processes and working devices.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 9, 7 fig., 1 table, 2 bibl. papers

DC : 541.13

Cuculeanu, Georgeta: **Designing the Working Areas Used for Electrochemical Processing.**

In order to increase the processing accuracy, current lines must be parallel and evenly distributed over the whole surface to be processed. This is obtained by creating an input area and an output area, which also prevents a sudden expansion of the electrolyte in the vicinity of the component to be processed. The cross section of the output area must be smaller than of the input area, in order to create necessary reaction pressure for an even dissolving rate. The two areas (mainly the input one) must be of considerable length in order to remove the flow dead-water outside the surface to be processed.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 9, 6 fig., 2 bibl. papers

DC : 621.9:621.375.9

Crișan, Rodica, Steiner, V., Rigean, Abdula, Călin, M.: **Modelling and Experimenting CO_2 Laser Processing Technologies.**

The paper presents a physico-mathematical model of the CO_2 laser processing process comparable with the experimental data. The theoretical study, improved and experimented on the prototype of the LASER CO_2—400 instalation equipped with CNC and jointly achieved by I.C.T.C.M., I.F.T.A.R. and I.P.A. could become an efficient instrument in using the computer for establishing the optimum technologies of contoured processing for any material.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 9, 5 fig., 2 tables, 7 bibl. papers

DC : 621.9.534.321.9

Amza, Gh.: **Research into the Influence of Ultrasounds upon the Remanent Strains in Various Processed or Treated by Utrasounds**

The paper shows various possibilities and diagrams of introducing ultrasound energy into processed components for reducing their internal strains. While the general condition of the strains field is taken into account, methods are presented for establishing them, as well as various technologies of strain removing by vibrations. The experimental results obtained with components made of Al 99.5, OLC 45 and 41 Mo C 11 point to a considerable reduction of the first and second degree stains and to a partial reduction of the third degree strains.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 9, 11 fig., 9 bibl. papers

SOMMAIRES

CD : 621.9.018.3 : 621.9 : 621.375.9 : 621.9 :534.321.9

Roman, I., Maniţiu, C., Todor, C. : **Réalisations et tendances dans le domaine de l'usinage non-conventionel dans les constructions mécaniques**

L'ouvrage présente — dans des tableaux et des graphes — les réalisations obtenues dans notre pays concernant la recherche, la projection et l'introduction dans l'industrie des technologies d'usinage non-conventionnelles électrophysiques), l'accent étant mis sur l'électro-érosion, le laser et les ultrasons. On présente ensuite les principales tendances (immédiates et de perspective) de développement de ces technologies, ainsi que le mode dont les prévisions des programmes et des pronostics nationaux s'inscrivent dans les tendances se manifestant à l'échelle mondiale dans le domaine des constructions mécaniques.

Construcţia de maşini, 36 (1934), no. 9, 4 fig., 1 tabl.

CD : 621.9.018.3 : 621.9.621.375.9 : 621.9 : 534.321.9

Drimer, D. : **Au sujet des sources et des ressources scientifiques des technologies non-conventionnelles**

L'ouvrage analyse les principales sources, les ressources scientifiques et les implications des technologies non-conventionnelles d'usinage des matériaux. On présente, en même temps, les avantages et les perspectives de développement de ces technologies (productivité et qualité supérieure), ainsi que les limites des possibilités de leur application reposant sur une relation d'incertitude technologique, qui résulte de l'analyse statistique des procédés conventionnels et non-conventionnels.

Construcţia de maşini, 36 (1934), no. 9, 2 fig.

CD. : 621.9.018.3

Maniţiu, C., Dimitriu, N., Adreescu, M. : **Utilisation des propriétés des couples de matériaux lors de l'usinage électro-érosif à des fins industrielles.**

L'article présente une méthode d'usinage par électro-érosion des cavités complexes des pièces à l'aide d'électrodes d'aluminium, profilés également par électro-erosion dans des modèles de cuivre. Cette méthode offre d'importants avantages économiques, étant applicable à la production de série.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 9, 2 fig., 1 tabl., 2 réf.

CD : 621.1.018.3

Obaciu, Gh., Ivan, M. : **Mecanisme d'avance électro-mécanique pour machines d'électro-erosion.**

L'ouvrage présente la construction, l'essai et les résultats expérimentaux d'un mécanisme électro-mécanique d'avance, de conception originale. On montre l'opportunité de l'utilisation d'un mécanisme de ce genre, les paramètres définissant les aspects qualitatifs de son fonctionnement et les conclusions concernant l'actionement. Des courbes tracées montrent qu'une construction de ce genre peut remplacer un système hydraulique, du point de vue fonctionnel.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 9, 5 fig., 2 réf.

CD : 541.13

Ivan, M., Obaciu, Gh. : **L'analyse qualitative et quantitative des paramètres qui déterminent la précision de l'usinage par érosion électrochimique.**

On analyse, du point de vue théorique, l'influence des paramètres qui déterminent la précision de l'usinage par érosion électrochimique; la principale influence est exercée par la vitesse d'avance, la température de l'électrolyte à l'entrée dans la zone de travail, la tension de travail, ainsi que la variation de tous ces facteurs au cours de l'usinage. Les paramètres chimiques de base du matériau exercent également une importante influence. On présente ensuite la méthode de recherche utilisée pour vérifier les relations théoriques et les résultats expérimentaux obtenus lors de l'usinage de différents matériaux. Les expérimentations concernant l'usinage des surfaces frontales et sphériques. On établit les conditions que doivent remplir les installations électrochimiques afin d'assurer de hautes précisions d'usinage.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 9, 5 fig., 4 tabl., 4 réf.

CD : 621.923.4 : 541.13

Gherghel, N., Plahteanu, B., Tofan, I., Lepădatu, D. : **Optimisation globale des principaux paramètres de travail pour la rectification électrochimique-abrasive à pression constante des alliages durs frittés.**

L'ouvrage présente les principaux paramètres optimaux de travail pour la rectification électrochimique-abrasive, à pression constante, des alliages durs frittés des groupes d'utilisation P 10, P 20, P 30 ; ces paramètres ont été obtenus à l'aide d'un modèle mathématique élaboré d'après la théorie de la programmation mathématique.

Construcţia de maşini, 36 (1934), no. 5, 6 fig., 2 tabl., 13 réf.

CD : 541.13

Popa, E., Dimitriu, Ruxandra, Orăşanu, Gh. : **Contributions à la conception des processus technologiques et des dispositifs de travail pour l'ébarbage électrochimique.**

L'ouvrage présente un mode d'analyse, par groupes de pièces à ébarber, en montrant le procédé le plus indiqué, en fonction de la taille de l'ébarbure et des pièces. A la suite de l'expérience accumulée par les spécialistes de l'I.C.T.C.M., on insiste sur l'ébarbage électrochimique, en indiquant les étapes de l'élaboration des projets des processus technologiques et des dispositifs de travail.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 9, 7 fig., 1 tabl., 2 réf.

CD : 541.13

Cuculeanu, Georgeta : **La conception des espaces de travail utilisés à l'usinage électrochimique.**

Afin d'accroître la précision d'usinage, les lignes de courant doivent être parallèles et uniformément distribuées sur toute la surface à usiner, ce qui peut être obtenu par l'existence d'une „zone d'entrée" et d'une „zone de sortie"; le rôle de ces zones est celui l'empêcher la détente brusque de l'électrolyte dans le voisinage de la pièce à usiner. La section de la zone de sortie doit être inférieure à celle de la zone d'entrée afin de créer la contrepression nécessaire à l'uniformisation de la vitesse de dissolution. La longueur des deux zone doit être appréciable (surtout celle de la zone d'entrée), afin de déplacer „l'eau morte" de l'écoulement hors de la surface à usiner.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 9, 6 fig., 2 réf.

CD : 621.9 : 621.375.9

Crişan, Rodica, Steiner, V., Rigean, Abdula, Călin, M. : **Modélage et expérimentation des technologies d'usinage à l'aide du laser à CO_2.**

L'ouvrage présente un modèle physico-mathématique du processus d'usinage à l'aide du laser à CO_2, comparable aux données expérimentales. L'étude théorique, améliorée et expérimentée sur le prototype de l'installation „LASER CO_2—400", doté de CNC et réalisé en collaboration par I.C.T.C.M., I.F.T.A.R. et I.P.A., pourra devenir un instrument efficace pour l'utilisation de la calculatrice à l'établissement des technologies optimales d'usinage par contour de n'importe quel matériau.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 9, 5 fig., 2 tabl., 7 réf.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 621.9.018.3:621.9.621.375.9:621.9:534.321.9

Roman, I., Manițiu, C., Todor, C.: **Leistungen und Tendenzen im Bereich der unkonventionellen Fertigungsverfahren im Maschinenbau**

Im Beitrag werden — an Hand von Tabellen und graphischen Darstellungen — die in unserem Land erzielten Leistungen im Bereich der Forschung, Entwichlung und Einführung in die Industrie der wichtigsten unkonventionellen (elecktrophysikalischen) Fertigungstechnologien präsentiert unter Betonung der Elektroerosion, Laser — und Ultraschallbearbeitung. Anschließend werden din wichtigsten Sofort — und Perspektivtendenzen in der Entwicklung dieser Technologien wie auch die Art und Weise geschildert, in der sie sich in die Bestimmungen der Landesprogramme und — prognosen wie auch in den Welttrend in diesem Bereich eingliedern.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 9, 4 Fig., 1 Tab.

DK : 621.9.018.3:621.9.621.375.9:621.9:534.321.9

Drimer, D.: **Über din Quellen und die wissenschaftlichen Ressourcen der unkonventionellen Technologien**

Im Beitrag werden die wichtigsten Quellen, die wissenschaftlichen Resourcen wie auch die Folgen der unkonventionellen Fertigungstechnologien analysiert. Gleichzeitig werden die Vorteile und die Perspecktiven der Entwicklung dieser Technologien (Produktivität und hochwertige Qualität) wie auch die Grenzen ihrer Anwendungsmöglichkeiten beschrieben, die sich aus der statistischen Analyse der konventionellen und unkonventionellen Verfahren ergeben.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 9, 2 Fig.

DK : 621.9:018.3

Manițiu, C., Dimitriu, N., Andreescu, M.: **Nutzung der Eigenshaften von Werkstoffpaaren in der elektroerosiven Bearbeitung für den Industriebedarf**

Der Beitrag präsentiert ein elektroerosives Verfahren zur Bearbeitung von komplex gestaltenen Werkstückaushöhlungen mit Hilfe von Aluminiumelektroden, deren Form in Kupfermodellen ebenfalls durch Elektroerosion erzielt worden ist. Das Verfahren bietet wichtige wirtschaftliche Vorteile und kann in der Serienproduktion angewandt werden.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 9, 2 Fig., 1 Tab., 2 Lit.

DK : 621.9.018.3

Obaciu, Gh., Ivan, M.: **Elektromechanisches Vorschubmechanismus für Elektroerosionsmaschinen**

Im Beitrag werden Konstruktion, Überprüfung und Untersuchungsergebnisse eines elektromechanischen Vorschubmechanismus präsentiert. Gezeigt werden die Oportunität der Benutzung eines solchen Mechanismus, die Parameter, die seine qualitative Funktion bestimmen und einige Schlußfolgerungen, die sich auf den Antrieb beziehen. Die ausgestellten Kurven zeigen, daß die beschriebene Konstruktion funktionsmäßig ein hydraulisches System ersetzten kann.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 9, 5 Fig., 2 Lit.

DK : 541.13

Ivan, M., Obaciu, Gh.: **Die qualitative und quantitative Analyse der Parameter, welche die Bearbeitungsgenauigkeit beim elektrochemischen Abtragen bestimmen**

Es wird eine theoretische Analyse der Einflüsse von Parametern durchgeführt, welche die Bearbeitungsgenauigkeit beim elektrochemischen Abtragen bestimmen; der wichtigste Einfluß wird von der Vorschubgeschwindigkeit, der Temperatur des Elektrolyts am Eingang der Bearbeitungszone, der Bearbeitungsspannung wie auch von der Variation aller dieser Faktoren währen der Bearbeitung ausgeübt. Ein wieterer wichtiger Einfluß wird von den chemischen Grundparametern des bearbeiteten Materials ausgeübt. Abschließend wird die Untersuchungsmethode beschrieben, die zur Überprüfung der theoretischen Beziehungen und der bei der Bearbeitung verschiedener Materialien erzielten Untersuchungsergebnisse angewandt wurden. Die Versuche wurden sowohl für die Bearbeitung von stirnflächen als auch von sphärischen Flächen durchgeführt. Es werden auch die Bedingungen angegeben, die von den elektrochemischen Anlagen erfüllt werden müssen, um hohe Bearbeitungsgenauigkeiten zu gewährleisten.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 9, 5 Fig., 4 Tab., 4 Lit.

DK : 62 .923.4:541.13

Gherghel, N., Plahteanu, B., Tofan, I., Lepădatu, D.: **Die Gesamtoptimierung der wichtigsten Bearbeitungsparameter für das elektrochemische Schleifen unter konstanten Druck der sinterisierten Hartlegierungen**

Im Beitrag werden die wichtigsten optimalen Bearbeitungsparameter für das elektrochemische Schleifen unter konstanten Druck der sinterisierten Hartlegierungen aus den Verwendungsgruppen P 10, P 20 und P 30 präsentiert, die mit Hilfe eines aufgrund der mathematischen Programmierungstheorie ausgearbeiteten mathematischen Modells ermittelt wurden.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 5, 6 Fig., 2 Tab., 13 Lit.

DK : 541.13

Popa, E., Dimitriu, Ruxandra, Orășanu, Gh.: **Einige Beiträge zur Entwicklung der technologischen Prozesse und der Bearbeitungsvorrichtungen für die elektrochemische Entgratung**

Im Beitrag wird eine Möglichkeit für die Annalyse je nach den zu entgratenden Werkstückgruppen beschrieben und das angezeigste Verfahren je nach Grategröße und Werkstückausmaßen angegeben. Infolge der von den ICTCM — Spezialisten gesammelte Erfahrung werden die elektrochemische Entgratung nachdrücklich betont und die Etappen in der Entwicklung der technologischen Prozesse und der Bearbeitungsvorrichtungen beschrieben.

Construcția de mașini, 36 (1984), Nr. 9, 7 Fig., 1 Tab., 2 Lit.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК: 621.9.018.3 : 621.9 : 621.375.9 : 621.9 : 534.321.9

Роман, И., Маницю, К., Тодор, К.: **Достижения и тенденции в области нетрадиционной обработки в машиностроении**

Работа представляет в таблицах и графиках достижения нашей страны в области исследования, проектирования и внедрения в производство основных нетрадиционных технологий обработки (электрофизических), уделяя особое внимание электроэрозионной, лазерной и ультразвуковой обработке. Дальше представлены основные тенденции (данного момента и в перспективе) в развитии этих технологий, а также способ вписывания положений национальных программ и прогнозов в тенденции, существующие в мировом масштабе в данной области.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), № 9, 4 рис., 1 табл.

ДК: 621.9.018.3 : 621.9 : 621.375.9 : 621.9 : 534.321.9

Дример, Д.: **Об источниках и научных ресурсах нетрадиционных технологий**

В работе рассматриваются основные источники, научные ресурсы и влияния нетрадиционных технологий обработки материалов. Одновременно даются преимущества и перспективы развития этих технологий (производительность и высокое качество), а также и границы возможностей их применения на основе соотношения технологической неточности, полученного в результате статического анализа традиционных и нетрадиционных способ обработки.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), № 9, 2 рис.

ДК: 621.9.018.3

Маницю, К., Димитриу, Н., Андрееску, М.: **Использование в промышленных целях свойств пар материалов при электроэрозионной обработке**

В статье представлен метод электроэрозионной обработки сложных полостей деталей при помощи алюминиевых электродов, профили которых созданы тоже электроэрозионным способом в медных формах. Этот метод имеет значительные экономические выгоды и может быть применен и в серийном производстве.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), № 9, 2 рис., 1 табл. 2 лит.

ДК: 621.9.018.3

Обачю, Г., Иван, М.: **Механизм электромеханической подачи для электроэрозионных станков**

В работе представляются конструкция, испытание и результаты испытания механизма электромеханической подачи собственной концепции. Указывается на целессообразность использования такого механизма, параметры, определяющие качество его функционирования и выводы в связи с приводом. Построенные кривые показывают, что с функциональной точки зрения, такая конструкция может заменить гидравлическую систему.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), № 9, 5 рис., 2 лит.

ДК: 541.13

Иван, М., Обачю, Г.: **Качественный и количественный анализ параметров, определяющих точность обработки электрохимической эрозией**

Рассматриваются теоретически влияния параметров, определяющих точность обработки электрохимической эрозией. Основное влияние оказывают скорость подачи, температура электролита у входа в рабочую зону, рабочее напряжение, а также изменение всех этих параметров во время обработки. Значительное влияние оказывают и основные химические параметры обрабатываемого материала. Дальше представляется методика исследования, используемая для проверки теоретических соотношений и экспериментальных результатов, полученных при обработке разных материалов. Испытания были проведены при обработке как торцевых, так и сферических поверхностей. Устанавливаются условия, предъявляемые к электрохимическим установкам для обеспечения повышенной точности обработки.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), № 9, 5 рис., 4 табл., 4 лит.

ДК: 621.923.4 : 541.13

Гергел, Н., Плахтеану, Б., Тофан, И., Лепэдату, Д.: **Общая оптимизация главных рабочих параметров при электрохимической-образивной шлифовки с константным нажимом прочных синтеризованных сплавов**

В работе представлены главные оптимальные параметры работы при электрохимической абразивной шлифовки, с константным нажимом прочных синтеризованных сплавов групп Р 10, Р 20, Р 30 при помощи математической модели, разработанной на базе теории математического программирования.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), № 5, 6 рис., 2 табл. 13 лит.

Попа, Е., Димитриу Руксандра, Орэшану, Г.: **Вклад, внесенный в проектирование технологических процессов и рабочих приспособлений для очистки деталей от заусенцев элекрохимическим способом**

В работе описывается способ анализа по группам деталей, подлежащих очистке от заусенцев, указывая самый подходящий способ в зависимости от величины заусенца и габарита детали. На основе опыта, накопленного специалистами института ИЧТЧМ рекомендуется использовать электрохимический способ очистки от заусенцев, указывая также этапы проектирования технологических процессов и рабочих приспособлений.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), № 9, рис. 7, 1 табл., 2 лит.

ДК: 541.13

Кукуляну Джорджета: **Проектирование рабочих камер, используемых при электрохимической обработке**

Для повышения точности обработки линии потоков должны быть параллельными и равномерно распределенными по всей обрабатываемой поверхности, что получается благодаря наличию „входной зоны“ и „выходной зоны“, которые кроме прочего и препятствуют неожиданному попаданию электролита в соседнюю зону обрабатываемой детали. Сечение выходной зоны должно быть меньше сечения входной зоны для создания противодавления, необходимого для выравнивания скорости растворения. Длина обеих зон должна быть значительной (особенно входной зоны) для удаления „застойной воды“ за пределы обрабатываемой поверхности.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), № 9, 6 рис., 2 лит.

CZ : 621.9:534.321.9

Crişan, Rodica, Steiner, V. : **Optimizarea cuplului concentrator—sculă în prelucrarea materialelor prin ultrasunete.**

Lucrarea prezintă modelarea matematică pe calculator a procesului de amplificare a ultrasunetelor, în scopul optimizării cuplului concentrator—sculă, factor important în ridicarea performanţelor tehnologice de prelucrare a materialelor prin ultrasunete. Programul ULTRAS permite, totodată şi definirea unor forme geometrice simple pentru cuplul concentrator—sculă.

Construcţia de maşini, 33 (1984), nr. 1, 7 fig., 4 ref. bibl.

DC : 621.9:534.321.9

Crişan, Rodica, Steiner, V. : **Optimizing the Concentrator — Tool Pair in Ultrasound Materials Processing**

The paper presents the mathematical modelling by computer of the ultrasound amplification process with a view of optimizing the concentrator — tool pair, an important factor in increasing the techonological performances of ultrasound materials processing. The ULTRAS program moreover enables the defining of simple geometrical forms for the concentrator — tool pair.

Construcţia de maşini, 36 (1934), No. 9, 7 fig., 4 bibl. papers

---

CD : 621.9.534.32[illegible].9

Amza, Gh. : **Recherches concernant l'influence exercée par les ultrasons sur les tensions rémanentes dans différents produits usinés ou traités à ultrasons.**

L'ouvrage montre les différents possibilités et schémas d'introduction de l'énergie ultrasonore dans les pièces usinées, en vue de réduire les tensions internes. Ayant en vue l'état global du champs de tensions, on présente des méthodes de détermination de celles-ci, ainsi que différentes technologies de détensionnement par vibrations. Les résultats expérimentaux, obtenus avec des pièces confectionnées en Al 99 5, OCL 45 et 41 Mo C 11, montrent une réduction substantielle des tensions de I-er et II-e ordres et partielle des tensions de III-e ordre.

Construcţia de maşini, 33 (934), no. 9, 11 fig., 1 tabl., 9 réf.

CD : 621.9:534.321.9

Crişan, Rodica, Steiner, V. : **Optimisation du couple concentrateur — outil lors de l'sinage des matériaux par ultrasons.**

L'ouvrage présente le modélage mathématique sur calculatrice du processus d'amplification des ultrasons en vue d'optimiser le couple concentrateur-outil — un important facteur conduisant à la hausse des performances technologiques de l'usinage des matériaux par ultrasons. Le programme ULTRAS permet, en même temps, de définir des formes géométriques simples pour le couple concentrateur-outil.

Construcţia de maşini, 33 (1934), no. 9, 7 fig., 4 réf.

DK : 541.13

Cuculeanu, Georgeta : **Die Planung der zur elektrochemischen Fertigung verwendeten Arbeitskammern**

Zur Steigerung der Arbeitungsgenauigkeit müssen die Stromlinien parallel liegen und auf der ganzen Fläche, die zu bearbeiten ist, verteilt sein, was durch das Bestehen einer „Eingangszone" und einer „Ausgangszone" zu erreichen ist, die auch der plötzlichen Entspannung des Elektrolyts in der Nähe des zu bearbeitenden Werkstückes entgegenwirkt. Der Querschnitt der Ausgangszone muß kleiner als derjenige der Eingangszone sein, um den erforderlichen Gegendruck zu schaffen, der die Gleichmäßigkeit der Abtragsgeschwindigkeit gewährleistet. Die Länge der beiden Zonen (besonders der Eingangszone) muß ausreichend sein, damit das fließende tote Wasser mit der bearbeiteten Fläche nicht in Berührung kommt.

Construcţia de maşini, 36 (1934), Nr. 9, 6 Fig., 2 Lit.

DK : 621.9:621.375.9

Crişan, Rodica, Steiner, V., Rigean, Abdula, Călin, M. : **Modellierung und Überprüfung anhand von Versuchen der Technologien zur Bearbeitung mit dem CO_2 — Laser**

Im Beitrag wird ein physikalisch — mathematisches Modell des Bearbeitungsprozesses mit dem CO_2 — Laser beschrieben, das mit den Versuchsergebnissen vergleichbar ist. Die weiterentwickelte theoretische und auf dem Protoyp der mit CNC — Steuerung ausgestattenten Anlage LASER CO_2—400 — ein Ergebnis der Zusammenarbeit von ICTCM, IFTAR und IPA — anhand von Versuchen überprüfte Studie kann ein effizientes Mittel zur Anwendung des Rechners in der Festelegung der optimalen Technologien für die bahngesteuerte Bearbeitung eines jeden Werkstoffes werden.

Construcţia de maşini, 36 (1934), Nr. 9, 5 Fig., 2 Tab., 7 Lit.

DK : 621.9.534.32[illegible].9

Amza, Gh. : **Einige Untersuchungen hinischtlich des von den Ultraschallschwingungen auf die remanenten Spannungen ausgeübten Einflusses in den verschiedenen gefertigten Erzeugnissen, die mit Ultraschallschwingungen behandelt oder bearbeitet wurden.**

Im Beitrag werden verschiedene Möglichkeiten und Schemen beschrieben zur Einführung der Ultraschallenergie in die gefertigten Werkstücke um die inneren Spannungen zu vermindern. Unter Berücksichtigung des gesamten Zustands des Spannungsfeldes werden Method zu ihrer Bestimmung wie auch verschiedene Technologien zur Vibrationsentspannung beschrieben. Die anhand von Versuchen erzielten Ergebnisse an den aus Al 39,5, OLC 45 und 41 Mo C 11 hergestellten Werkstücken zeigen eine beachtliche Minderung der Spannungen des I und II. Grades wie auch eine teilweise Minderung der Spannungen des III. Grades.

Construcţia de maşini, 36 (1934), Nr. 9, 11 Fig., 1 Tab., 9 Lit.

DK : 621.9:534.321.9

Crişan, Rodica, Steiner, V. : **Die Optimierung des Paares Verstärker-Werkzeug in der Ultraschallwerkstoffbearbeitung.**

Im Beitrag wird die rechnergestützte mathematische Modellierung des Prozesses zur Verstärkung der Ultraschallschwingungen beschrieben hinsichtlich der Optimierung des Paares Verstärker-Werkzeug, ein wichtiger Faktor in der Steigerung der technologischen Leistungen in der Ultraschallwerkstoffbearbeitung. Das ULTRS—Programm ermöglicht gleichzeitig auch die Festlegung von einfachen geometrischen Formen für das Paar Verstärker-Werkzeug.

Construcţia de maşini, 36 (1934), Nr. 9, 7 Fig., 4 Lit.

ДК : 621.9 : 621.75.9

Кришан, Родика, Стайнер, В., Риджеан Абдула, Кэлин, М. : **Моделирование и испытание технологий обработки лазером с CO_2**

В работе представляется физико-математическая модель процесса обработки лазером с CO_2 в сравнении с экспериментальными данными. Теоретическое исследование, улучшенное и испытанное на прототипе установки „LASER CO_2—400", оснащенном ЧПУ и реализованном в результате сотрудничества между институтами ИЧТЧМ, ИФТАР и ИПА может стать эффективным инструментом для использования ЭВМ при установлении оптимальных технологий контурной обработки любого материала.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), № 9, 5 рис., 2 табл. 7 лит.

ДК : 621.9 : 534.321.9

Амза, Г. : **Исследования по влиянию ультразвуков на остаточные напряжения в различных деталях, обработанных ультразвуками**

В работе представлены разные возможности и схемы проникновения ультразвуковой энергии в обработанные детали в целях уменьшения внутренних напряжений. Учитывая общее состояние поля напряжений, представлены методы их определения, а также разные технологии устранения напряжений путем вибраций. Экспериментальные результаты, полученные на деталях из AI 99,5, OLC 45 и 41 Mo C II указывают на значительное снижение напряжений порядка I и II и, частичное снижение напряжений порядка III.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), № 9, 11 рис., 1 табл. 9 лит.

ДК : 621.9 : 534.321.9

Кришан, Родика, Стайнер, В. : **Оптиммизация пары концентратор-инструмент при обработке материалов ультразвуками**

Работа представляет математическое моделирование при помощи ЭВМ процесса усиления ультразвуков в целях оптимизации пары концентратор-инструмент — важный фактор в повышении технологических параметров обработки материалов ультразвуками. Программа ULTRAS позволяет одновременно определить некоторые простые геометрические формы пары концентратор-инструмент.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), № 9, 7 рис. 4 лит.

ATTENTION !

Foreign readers can subscribe through ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box. 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

ATTENTION !

Les lecteurs étrangèrs de la revue pourront prendre des abonaments par ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

ACHTUNG !

Ausländische Leser können sich abonnieren durch ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

ВНИМАНИЕ !

Читатели иностранных стран могут абонироваться при ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

Revista „CONSTRUCŢIA DE MAŞINI", organ al Ministerului Industriei Construcţiilor de Maşini din Republica Socialistă România. Redacţia la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcţiilor de maşini, cu sediul în Bucureşti, Calea Victoriei 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poştal la ICTCM, şos. Olteniţei nr. 105, Bucureşti, sector 4, pentru revista „Construcţia de maşini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Ploieşti" str. Transilvaniei, nr. 29.

CZ : 621.9.018.3:621.9:621.375.9: 534.321.9

Realizări și tendințe în domeniul prelucrărilor neconvenționale în construcția de mașini

Dr. ing. Ioan **ROMAN**, dr. ing. Carol **MANIȚIU** — I.C.T.C.M. București
Ing. Constantin **TODOR** — ELECTRO-TIMIȘ

Deși datează de mai puțin de 20 de ani, fabricația noastră de utilaje de prelucrare prin procedee neconvenționale (electrofizice) satisface în prezent aproape în totalitate necesitățile economiei naționale.

Dacă despre anii 1965—1975 putem vorbi ca fiind cei în care a fost făcută pregătirea și au fost puse bazele dezvoltării la nivelul industriei a procedeelor neconvenționale de prelucrare, perioada 1975—1980 a consolidat această bază și a făcut trecerea de la „prototipul de laborator", la instalații fabricate în serie de către producători specializați. Din anul 1981, cu experiența cîștigată atît de cercetători și proiectanți, cît și de producători, s-a trecut la o nouă etapă, de diversificare și îmbunătățire calitativă a utilajelor din fabricația de serie și a tehnologiilor de prelucrare, precum și la realizarea unor mașini specializate.

În actuala etapă, dezvoltarea și extinderea procedeelor de prelucrare neconvenționale electrofizice a devenit o necesitate subliniată și de documentele Congresului al XII-lea al Partidului, care stabilesc : „În domeniul mașinilor-unelte producția va crește pe întregul cincinal de 2÷2,2 ori, acordîndu-se prioritate fabricației de mașini-unelte grele și agregate multifuncționale, mașini-unelte pentru prelucrarea metalelor prin electroeroziune, electrochimie și alte procedee moderne".

Organizarea unei fabricații de serie a utilajelor de prelucrare prin procedee neconvenționale, precum și abordarea sau extinderea unor domenii în construcția de mașini cum sînt industria nucleară, aviatică, de automobile, de mecanică fină etc. au condus la creșterea substanțială, într-un timp relativ scurt, a ponderii echipamentelor de prelucrare prin procedee neconvenționale, de la 0,12% în 1977, la 0,3% în 1980 și la aproape 0,5% în 1984.

Această pondere este departe încă de cea întîlnită în țările cu industrie dezvoltată (2÷6 %), dar dezvoltarea noastră industrială în viitor, precum și necesitatea introducerii unor noi tehnologii în sectoarele de prelucrare, turnare, forjare etc., în vederea creșterii productivității muncii și a calității produselor, vor accelera și mai mult procesul de asimilare a tehnologiilor neconvenționale în industrie.

Ca și în alte țări electroeroziunea ocupă primul loc în ceea ce privește răspîndirea în industrie. Considerăm că familia de 7 mașini-tip (din care 5 în fabricație, iar două urmează a fi asimilate în viitorii ani) va satiface în totalitate necesitățile industriei noastre, atît în ce privește precizia de prelucrare, cît și a gabaritelor pieselor de prelucrat (tab. 1).

Toate aceste utilaje se produc, sau urmează să intre în fabricație de serie, la Intreprinderea „Electro-Timiș" Timișoara, o uzină cu un potențial tehnic deosebit, ceea ce conferă garanția realizării unor utilaje la parametri competitivi. Mașinile sînt echipate cu generatoare în construcție modulară, de 25—200 A, avînd (inclusiv) posibilitatea de lucru multi-canal ; au fost realizate de cercetătorii de la I.C.P.E.—București și fabricate de uzina „Electrotehnica" București. Mașinile ELEROFIL (fig. 1), cu electrod filiform și prevăzute cu CNC, reprezintă, de asemenea, rodul muncii colectivelor de cercetători de la I.C.T.C.M., I.C.P.E., I.P.A. — București și al specialiștilor de la „Electro-Timiș". Această realizare tehnică de vîrf dovedește încă o dată capacitatea tehnică a industriei noastre, dacă ținem seama și de faptul că majoritatea componentelor se fabrică în țară.

Evident că vor exista și cazuri speciale de piese, cu gabarite foarte mari sau presupunînd condiții speciale de prelucrare, cazuri ce vor fi rezolvate fie prin adaptarea mașinilor tip, fie utilizînd structuri de bază ale unor mașini-unelte din fabricația de serie, soluție foarte eficientă și practicată și de alți producători din străinătate. Asemenea mașini au fost realizate pentru matrițele de anvelope auto, pentru echipament energetic nuclear și altele (fig. 2, 3, 4).

Utilajele fabricate au fost echipate cu un grup de dispozitive necesare utilizatorului, urmînd ca în viitor să fie proiectată și executată întreaga sistemă de dispozitive care va lărgi mult posibilitățile de utilizare a procedeului de electroeroziune.

Familia de mașini de electroeroziune

Tabelul 1

Tipul mașinii	Simbol	Anul introd. în fabric. de serie	Caracteristici					Realizator / Colaboratori	Destinație
			Dimens. masă de lucru	Generator	Comandă: Cap de lucru	Comandă: Mașină	Dimens. de gabarit		
Mașină de scos scule rupte	ELER-SD	1982		Generator electric de impulsuri 25 A	Avans motor electric c.c.	—	1110 x 745 x 540	Universitatea din Brașov	Pentru extragerea sculelor rupte din prese de orice gabarit
Mașină de prelucrat prin electroeroziune cu electrod masiv (avans mecano-hidraulic)	ELER-11	1985	450 x 250 mm	GEP 50 F GEP 25 MF GEP 50 MF	Servo-valvă de debit	Electrică	3000 x 1200 x 2000	ICTCM / ICPE	Pentru piese mici și mijlocii de precizie
	ELER-01	1976	600 x 400 mm	GEP 50 F GEP 50 MF	Servo-valvă de presiune	Electrică	1500 x 3200 x 2250	ICTCM / ICPE	Piese mijlocii și mari de precizie
	ELER-21	1984	1100 x 650 mm	GEP 100 MF GEP 100 MF+ GEP 100 MP	Servo-valvă de debit	Electrică	5700 x 3150 x 2830	ICTCM / ICPE	Pentru piese mari de precizie
Mașină de prelucrat prin electroeroziune cu electrod filiform	ELECTRO-FIL-10	1980	250 x 250 mm (curse)	ROGIF-20	—	CNC	1950 x 1465 x 1125	ICTCM / IPA-TC și ICPE	Tăiere cu fir forme complexe în piese mici și mijlocii
	ELECTRO-FIL-20	1987-1988	600 x 400 mm (curse)	ROGIF-20 adaptat	—	CNC	2850 x 4200 x 2150	ICTCM / IPA-TC și ICPE	Tăiere cu fir forme complexe în piese mari
Mașină de prelucrat prin electroeroziune cu electrod masiv (avans electromecanic)	ELER-03-SEM	1987-1988	600 x 450 mm	GEP 50 MF sau GEP 100 MF adaptate	Avans motor electric c.c.	CNC	3750 x 1850 x 2900	ICTCM / IPA-TC și ICPE	Pentru piese medii și mari de precizie

Odată cu dezvoltarea bazei materiale necesare, au fost cercetate și realizate și alte tehnologii de prelucrare, cît și de realizare a electrozilor, soluții care au lărgit gama de utilizări, în condiții de mare eficiență a utilajelor fabricate. Merită, în acest sens, menționată tehnologia de prelucrare cu electrozi de aluminiu și reformarea lor în „matcă", realizare originală prin care se obțin importante economii atît de material, cît și de manoperă.

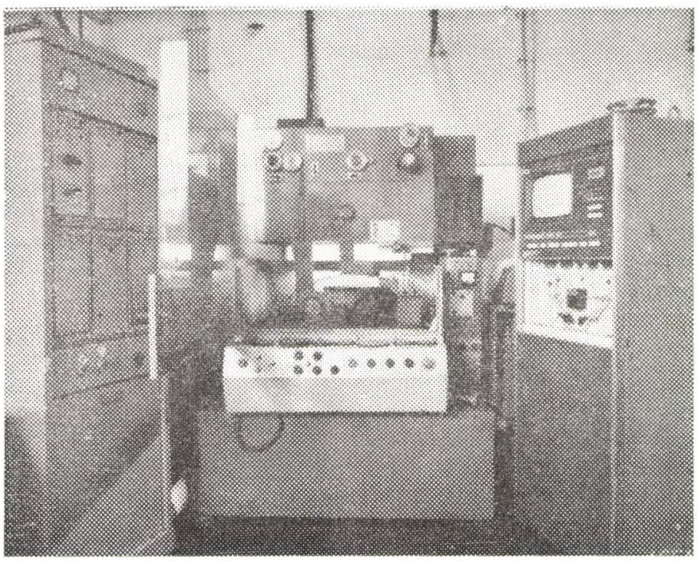


Fig. 1 Mașină de prelucrare prin electroeroziune cu electrod filiform — ELECTROFIL—10.

Un alt procedeu neconvențional de prelucrare, din ce în ce mai frecvent întîlnit în industria constructoare de mașini, este cel electrochimic. Dacă prelucrarea volumică electrochimică este utilizată limitat, din cauza preciziei sale încă scăzute, debavurarea electrochimică a căpătat o mare răspîndire în ultimii ani.

Utilizat inițial în industria de echipamente hidraulice și pneumatice, procedeul s-a extins și în fabricația de automobile, de motoare grele și altele. Utilajele se fabrică centralizat, de către I.C.T.C.M. și I.C.P.E., după o soluție — tip, în cîteva variante în funcție de utilizare.

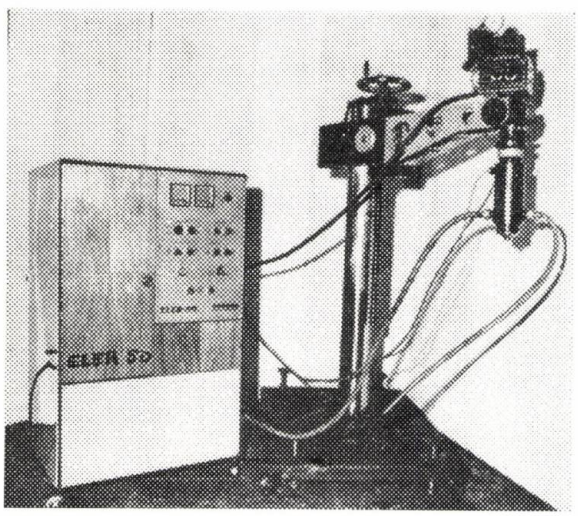


Fig. 2 Mașină de prelucrare prin electroeroziune ELER—SD.

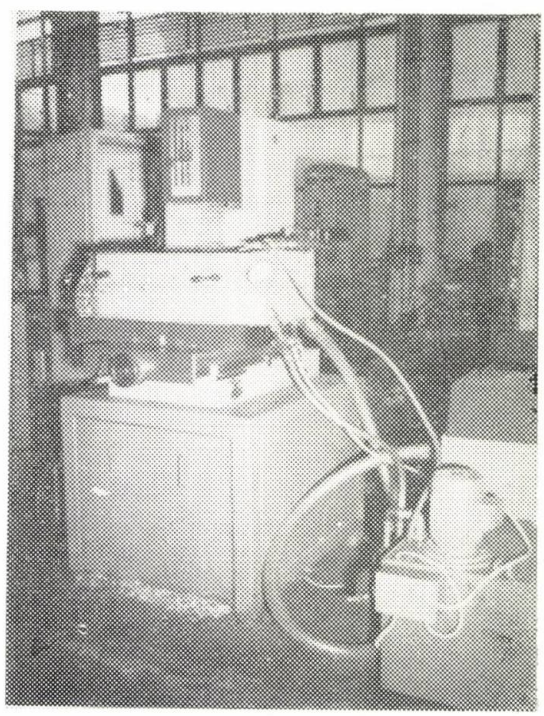


Fig. 3 Mașină de prelucrare prin electroeroziune ELER—11.

În vederea lărgirii sferei de utilizare a procedeului, cît și pentru reducerea consumului de materiale, manoperă și energie, se preconizează realizarea unor utilaje cu electrod, cu mișcare de avans, care conferă posibilități largi de utilizare în special la debavurarea pe suprafețe plane.

În domeniul prelucrărilor cu laser, în colaborare cu I.F.T.A.R., au fost realizate instalații laser de prelucrare în impulsuri, pentru microgăuriri de diamante, safire, carburi sau alte materiale. Deși există posibilități mari de utilizare a acestui procedeu pentru microgăuri

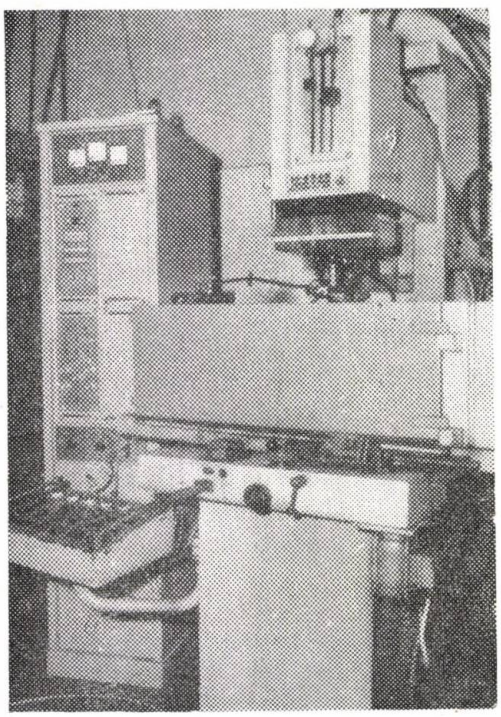


Fig. 4 Mașină de prelucrare prin electroeroziune ELER—01.

(începînd cu ∅ 0,003 mm), totuși el nu s-a răspîndit pe măsura posibilităților.

În prezent sînt în curs lucrările de finalizare și omologare a instalației laser cu CO_2, de 400 W, prevăzută cu CNC, realizată în colaborare cu I.F.T.A.R. și I.P.A. și destinată unor lucrări de debitare pe contur a materialelor metalice și nemetalice. Probele efectuate pînă în prezent, precum și rezultatele obținute ne îndreptățesc să credem că această instalație va fi de un real folos multor întreprinderi din construcția de mașini, metalurgie, industria ușoară și altele. În afara prelucrărilor prin debitare, instalația mai poate fi utilizată la operații de călire pe zone mici, sudare, gravare etc., precum și pentru prelucrări combinate de ștanțare și debitare pe contur cu laser.

Pentru prelucrarea cu ultrasunete, împreună cu I.F. Iași, au fost realizate și introduse în industrie două tipuri de mașini (US-01 de 150 W și US-02 de 500 W), dotate și cu instalație de spălare ultrasonică. Utilizarea lor este încă limitată la finisarea unor orificii de formă circulară, în special pentru filierele de trefilare. Posibilități de extindere a acestui procedeu există și în prezent, dar ele vor crește odată cu creșterea puterii instalațiilor la 1000÷2000 W.

Un domeniu încă neacoperit este cel al prelucrării, în condiții de eficiență corespunzătoare, a sitelor filtrelor și altor piese similare cu număr mare de microorificii sau fante.

Deși au fost realizate, de către I.F.T.A.R.—F.A.N., cîteva instalații cu jet de electroni pentru sudură, ele încă nu satisfac condițiile pentru prelucrare, dar constituie o bază bună pentru aceasta.

În afara lucrărilor menționate mai sus și care privesc în special implementarea în industrie a echipamentelor de prelucrare prin procedee neconvenționale, o bogată activitate teoretică și experimentală se desfășoară în institutele de învățămînt superior din Timișoara, Brașov, București, Sibiu și Cluj, activitate finalizată prin stabilirea unor noi baze de extindere a procedeelor neconvenționale, sau lucrări tehnologice cu aplicație industrială directă. Așa se face că eforturile comune (ale învățămîntului superior, ale institutelor de cercetare și ale întreprinderilor care lucrează în acest domeniu) coordonate de I.C.T.C.M., au dus la concretizarea unor programe de lucru pe durată lungă și a prognozelor pentru perioada 1986—2000, cu orizont anul 2010, care au fost dezbătute și aprobate devenind instrumente de lucru pentru cei ce lucrează în domeniul tehnologiilor neconvenționale de prelucrare. Aceste programe au și început să fie abordate, iar altele se prefigurează pentru viitor, în deplină concordanță cu tendințele manifestate și pe plan mondial, atît în domeniul tehnologiilor, cît și al utilajelor pentru prelucrări neconvenționale. Pentru exemplificare și concretizare, vom trece în revistă principalele direcții pe care se desfășoară (sau se va desfășura) activitatea în acest domeniu, pe perioada imediat următoare precum și în perspectivă.

În domeniul tehnologiilor și utilajelor de prelucrare prin electroeroziune, se manifestă două tendințe imediate pe plan mondial, ambele găsindu-și corespondentul și în activitatea din țara noastră :

o tendință este aceea de simplificare a utilajului (și deci de ieftinire a lui) și de diversificare și complicare a tehnologiilor de realizare a electrozilor-sculă, pe această cale

putînd fi rezolvate problemele complexe care se pun în fața prelucrărilor prin electroeroziune. Această tendință presupune dezvoltarea de tehnologii noi, complexe, de realizare a electrozilor-sculă, cum ar fi realizarea lor din grafit, prin vibrare ultrasonică, utilizînd model de rășini cu abrazivi, realizarea electrozilor-sculă complecși din cupru prin depunerea galvanică, sau conform invenției românești, execuție din aluminiu prin formare electroerozivă în „matcă" ;

— cea de a doua tendință este aceea de simplificare a electrozilor-sculă (care în acest caz devin scule universale, de diverse forme simple și de diverse mărimi) și de complicare a utilajelor de prelucrare prin electroeroziune compensînd astfel forma simplă a electrozilor-sculă. Pe această linie se înscrie noua familie de mașini de prelucrare prin electroeroziune cu avans electromecanic și comandă numerică, care va purta simbolul ELER—SEM. Primul membru al acestei familii, de mărime mijlocie, ELER—03—SEM, va fi realizat în 3 variante, cea mai completă dintre ele avînd avans electromecanic de înaltă performanță pe toate cele 3 axe și comandă numerică cu calculator și putînd realiza prelucrări complexe pe orice axă, sau concomitent pe mai multe axe, din aceste combinații putînd rezulta prelucrări de filetare, prelucrări de profile nedemulabile, prelucrări conice, precum și alte operații caracteristice dispozitivelor de mișcare plan-paralelă, funcție ce este prelucrată de CNC împreună cu sistemele de avans ; mașina va fi prevăzută și cu magazie de scule cu schimbare automată și va lucra cu noua sistemă de dispozitive de prelucrare electroerozivă „SDE" putînd astfel răspunde la o gamă largă de necesități ale atelierelor de sculărie sau ale fabricației de piese.

În afara acestor tendințe imediate, sînt cunoscute cercetări de reconsiderare a dielectricilor de lucru, care se înlocuiesc cu noi tipuri, care în prezența a noi surse de curent (de impulsuri „reci") conduc la creșteri foarte mari de productivitate (de peste zece ori) față de sistemele utilizate în prezent.

Alte direcții de cercetare, de la care se așteaptă rezolvarea unor probleme importante, sînt acelea ale prelucrării electroerozive de micro-orificii, prelucrarea electroerozivă cu frecvență ridicată, prelucrarea multi-canal, pe mai mult de 10 canale, pentru anumite rezolvări practice, precum și superfinisare prin electroeroziune (așa-zisa prelucrare electroerozivă „lupă" sau oglindă").

În domeniul prelucrărilor dimensionale prin procedeul electrochimic, se lucrează în principal pentru creșterea preciziei de prelucrare, care se obține prin păstrarea sub control și reglarea exactă a tuturor parametrilor de lucru, utilizînd în acest scop o aparatură adecvată, controlată și comandată de calculator. Un aport deosebit, în această direcție, are noua concepție a surselor de curent care lucrează în impulsuri, precum și utilizarea de amestec electrolit-aer în proporții variabile, optimizate după o regulă dinainte stabilită, funcție de configurația piesei de prelucrat.

În domeniul debavurării electrochimice, este în curs de abordare debavurarea cu mișcare de avans, care va permite debavurarea pieselor de gabarit mare, cu bavuri mari sau chiar cu așchii.

Tot în domeniul debavurării, trebuie menționată lucrarea (la care au o contribuție deosebită cercetătorii din învățămînt : „Universitatea" Brașov și I.I.S. Sibiu) de punere la punct a tehnologiei și utilajului pentru debavurarea termică, care vor permite debavurarea pieselor în vrac, indiferent de mărimea și locul bavurii. Instalația prototip va fi executată de către I.C.T.C.M. și colaboratori, în cursul anului 1985.

În domeniul prelucrărilor cu laser în construcția de mașini, se desprinde tendința de utilizare a laserilor continui, de putere mare, precum și folosirea — din ce în ce mai frecventă — a „utilajului de prelucrare laser" în combinație cu alte utilaje clasice (prese, ștanțe, etc.) asistate de calculator.

Un domeniu în curs de abordare la noi în țară, solicitat din ce în ce mai mult în industrie, este acela al prelucrărilor cu fascicule de particule grele (electroni și ioni). Această tehnologie, ajutată de calculator, va fi aceea care va rezolva problema duzelor, a filtrelor și a sitelor din industria ușoară și industria chimică, problema găurirorilor din palete, bujii și duze din industria de motoare grele și aviație, problema cilindrilor cu găuri din industria alimentară, precum și alte multe probleme. Se remarcă, din această scurtă enumerare, implicațiile puternice pe care le au tehnologiile de prelucrare electrofizică în toate celelalte ramuri industriale. De aceea, considerăm că este necesar să se depună toate eforturile pentru ducerea la îndeplinire a programelor propuse pentru dezvoltarea domeniului tehnologiilor și utilajelor de prelucrări neconvenționale (electrofizice) în construcția de mașini, prin efortul susținut al cercetătorilor, inginerilor, al tuturor oamenilor muncii care lucrează în acest domeniu, contribuind astfel, din plin, la îndeplinirea programului partidului privind creșterea eficienței și a nivelului tehnic al industriei prelucrătoare românești.

CZ : 621.9.018.3:621.9 : 621.375.9:534.321.9

Asupra izvoarelor și resurselor științifice ale tehnologiilor neconvenționale

Prof. dr. ing. Dolphi **DRIMER** — — Institutul politehnic București

Într-un sens foarte larg, știința înseamnă întreaga cunoaștere. Tehnologia, care este o știință a aplicării științelor, implică în sensul de neconvențional împreunarea a două izvoare : a ceea ce știm și a folosirii în mod neobișnuit a cunoștințelor.

Pentru Platon și predecesorii săi existau numai patru elemente cunoscute și folosite : pămînt, apă, aer și foc. Tehnologia neconvențională era cuprinsă numai prin idee în acest ansamblu. Pentru exprimarea acestor elemente s-a apelat prima dată la geometrie : pămîntul = cub ; apa = icosaedrii ; aer = octoedrii ; foc = tetraedrii.

Acesta a fost stadiul de început, în care, în izvorul cunoștințelor și în acel al aplicațiilor, s-a introdus și firul subțire al matematicii. Fenomenele încep apoi să se înlocuiască cu concepte, numite ulterior funcții și variabile.

Aristotel, elev ilustru al lui Platon, aduce la lumină un nou izvor și adaugă acestor începuturi elemente de logică.

Gîndirea va cuprinde, deci, atît procese cantitative, cît și calitative. Pentru primele procese este nevoie de matematică, pentru următoarele numai logica va fi capabilă să conducă la cunoaștere și să motiveze aplicarea acesteia.

A trebuit să treacă mult, peste 1000 de ani, pînă cînd referitor la cele patru izvoare să apară metodele experimentale. Remarcăm în acest sens două opere, pregătite prin secole de muncă migăloasă : „Manum industria" (1269) și ansamblul de „Scienta experimentalis" al lui Roger Bacon (1214—1294).

Experiențele de mecanică fundamentate de Arhimede, precum și reacțiile chimice ale alchimiștilor, deschid orizontul nenumăratelor domenii posibile de transformare a materiei prin mijloace termice, mecanice, chimice și biologice, obținîndu-se astfel aplicații ale temperaturilor, presiunilor, reacțiilor precum și combinații ale acestora.

La nivelul actual de dezvoltare, fără a modifica mijloacele de transformare, ci numai combinîndu-le și adăugînd domeniilor inițiale (generate de căldură, mișcare mecanică, reacții chimice și biologice) pe acelea descoperite ulterior (electromagnetice, atomice, nucleare și evident, sub o formă evoluată, pe cele biologice), se obține reprezentarea din figura 1 a matricei posibilităților de transformare tehnologică a materialelor.

La o scară macroscopică, această reprezentare a avut nevoie de un sistem de referință, cum a fost cel descoperit de Copernic. De asemenea, limbajul reprezentării avea nevoie de abstractizare, iar matematica — de simboluri și astfel s-a ajuns, pe nesimțite, la calculul diferențial și integral, legat de numele lui Newton și Leibnitz.

Îndepărtarea de misticismul antropomorfismului a condus la înlocuirea noțiunii de for-

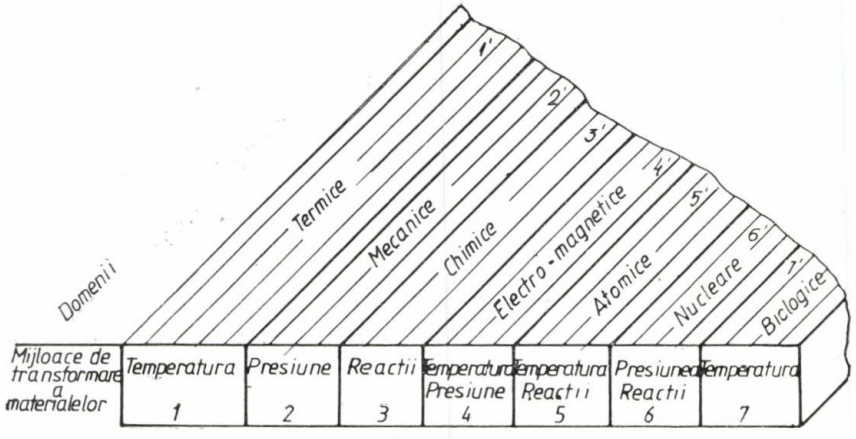


Fig. 1 Matricea posibilităților de transformare tehnologică a materialelor.

ță, cu aceea a produsului dintre masă și accelerație, moment important în dezvoltarea neconvenționalului.

Astfel, se dispune de mai multe posibilități de alegere : pentru aceeași forță, mase mici cu accelerații mari avînd aceleași efecte ca masele mari cu accelerații mici.

În secolul XIX, Ampére, Faraday și Maxell dezvoltă natura electromagnetismului. Se capătă, astfel, înțelegerea unor cîmpuri de forțe noi, poate cunoscute mai demult, dar acum exprimate într-un limbaj accesibil înțelegerii de către un număr mai mare de oameni.

În sfîrșit, acest zbuciumat secol pe care îl trăim, aduce forțele atomice și nucleare legate de numele lui Albert Einstein, anticipînd perspectivele utilizării forțelor biologice.

Metodele experimentale deschid totodată și tainele materiei. În secolul XVIII apare știința cristalografiei, în care Galilei, Hooke, Huygens și apoi Niels Bohr în sec. XX creează posibilitatea studiului, cu ajutorul modelelor, a corpurilor care ne înconjoară.

Se dezvoltă științe ale interacțiunii dintre corpuri și cîmpuri care fundamentează atît transformările de structură, cît și cele de formă. Surprizele se țin lanț, odată cu creșterea numărului de variabile implicate în analiza fenomenelor. Apar particularități în prelucrările neconvenționale, electroerozive, sau cu fascicul de electroni ale aceluiași material și constatăm că foarte multe materiale se comportă absolut diferit, la variații mici de parametri de stare.

Se adaugă încă un izvor, deslușit de curînd, care capătă o deosebită importanță : izvorul ciberneticii.

Sîntem astăzi convinși că știința ciberneticii, creată de St. Odobleja, Norbert Wiener și mulți alți contemporani nouă, a demonstrat (printre altele), rolul modelelor, al simulării și factorul activ al informației. S-a ajuns la înțelegerea că principiile sînt mai mult „negații", de exemplu în ceea ce interesează tehnologia.

Legile tehnologice guvernează mulțimi și nu obiecte individuale, ele descriu probabilități, sau mai exact variațiile în timp ale probabilităților. Sub acest raport, primele legi cunoscute aveau un caracter static, apoi au devenit dinamice, iar astăzi legile sînt evident statistice.

Informația reprezintă, prin matematizare, aducerea subiectivului în obiectiv, iar entropia leagă nemăsurabilul, calitatea, de măsură, adică de cantitate.

Este acum ușor de explicat proliferarea tehnologiilor neconvenționale. Dacă definim *neconvenționalul* ca fiind *o combinare necunoscută a unor elemente cunoscute*, existența unui număr mare de posibilități de interacțiune „forță-materie" face ca soluțiile combinatorii posibile să depășească chiar capacitatea unor calculatoare de mari dimensiuni.

Căutarea neconvenționalului nu este totuși un simplu joc al combinațiilor, fără finalitate, căci această căutare prezintă condiții de optim în cerințele societății : prelucrarea cu un consum minim de materiale, cu fiabilitate maximă, într-un interval minim de timp, cu precizie de formă maximă, cu consum minim de energie. Aceste condiții și altele asemănătoare pot fi realizate, cu diferite ponderi, prin procedee și procese tehnologice specifice materialului care trebuie transformat.

Procedeele tehnologice au fost împărțite, astfel, după modul de acționare asupra materialului, în :

— *procedee* desfășurate în *macrovolume* ca : turnare, deformări plastice, prelucrări de pulberi, majoritatea așchierilor ;

— *procedee* desfășurate în *mini-volume* și pe *suprafețe* ca : suduri, lipiri, metalizări, tratamente termice prin inducție, unele așchieri ;

— *procedee* desfășurate în *minivolume* ca : implantări, tratamente termice în puncte.

Fiecare din aceste procedee se pot desfășura în condiții diferite de mediu (în aer, în atmosferă controlată sau în vid) și în condiții diferite de forțe exterioare (în spațiul gravitațional cu variații de gravitație, sau chiar în condițiile lipsei de gravitație).

În figura 2 se propune reprezentarea, într-un spațiu tridimensional („gravitație-mediu-tehnologie"), a procedeelor prin care se poate prelucra forma geometrică a unui material, dar prin care se poate și modifica compoziția și structura materialului respectiv.

Dacă notăm cu :

C — compoziția materialului ;

F — forma geometrică ;

S — structura ;

p — indicele caracteristic pentru situația preliminară a prelucrării ;

f — idem pentru situația finală a prelucrării, pot rezulta anumite scheme ale proceselor tehnologice de prelucrare a unui reper, $g = 1$ și pentru mediul adecvat procedeului (aer în general, atmosferă controlată pentru pulberi, vid pentru fascicul de electroni etc.). Astfel :

A) Pentru prelucrări în macrovolume

1. Repere solide pasive
   - bloc: C_f
     - $\rightarrow S_p \rightarrow F_p \rightarrow S_f \rightarrow F_f$ — (convenționale)
     - $\rightarrow S_f \rightarrow F_f$ — (neconvenționale)
   - pulberi : $C \rightarrow F$
     - $\rightarrow S_f$ (convenționale)
     - $\rightarrow S_p \rightarrow F_f \rightarrow S_f$ (neconvenționale)

2. repere lichide : $C_f \rightarrow S$ (dinamică) (F = = forma vasului);

3. repere solide active : $C_p \rightarrow S \rightarrow F \rightarrow C_f$ (disp. semiconductoare); $F_p \rightarrow (S) \rightarrow C_f \rightarrow F_f$ (compozite)

B) Pentru prelucrări în minivolume și pe suprafețe

$$(C + F)_f \rightarrow S_f$$

C) Pentru prelucrări în microvolume

$$(C + S)_f$$

Se remarcă următoarele :

● **la materialele solide pasive,** majoritatea actualelor prelucrări au, în tehnologiile convenționale, ciclul de fabricație cel mai lung, iar **prin tehnologiile neconvenționale acest ciclu este redus la minimum prin evoluția de la compoziție la formă și apoi la structura finală.** Dar acest lucru nu este caracteristic, deoarece în unele situații (cum ar fi în prelucrarea pulberilor) ciclul procesului tehnologic neconvențional este mai lung decît cel clasic, datorită necesităților de îmbunătățire a proprietăților mecanice ;

● între fabricația reperelor solide pasive din materiale bloc și din pulberi, se observă o diferență esențială la ultima operație și anume : în primul caz operația finală se referă la definitivarea formei geometrice, în timp ce, în cel de al doilea caz, ultima operație realizează structura corpului ;

● a început (în ultimul timp) prelucrarea materialelor lichide, de exemplu, a cristalelor lichide sau ferofluide. Apare avantajul evident al reducerii prelucrării geometrice. Experiența redusă de astăzi, din acest domeniu, a scos în evidență unele dificultăți legate de obținerea compoziției și de determinare a relațiilor dintre proprietăți și structură ;

● materialele active au scheme tehnologice complexe, care în general se termină cu operația de asigurare a compoziției ;

● **pentru prelucrările în minivolume și pe suprafețe,** compoziția, forma finală, uneori chiar și structura se realizează concomitent. În alte cazuri, structura este realizată prin tratamente postoperații ;

● **la prelucrările în microvolume** forma geometrică este definită în prealabil, iar compoziția și structura sînt realizate printr-o singură operație tehnologică.

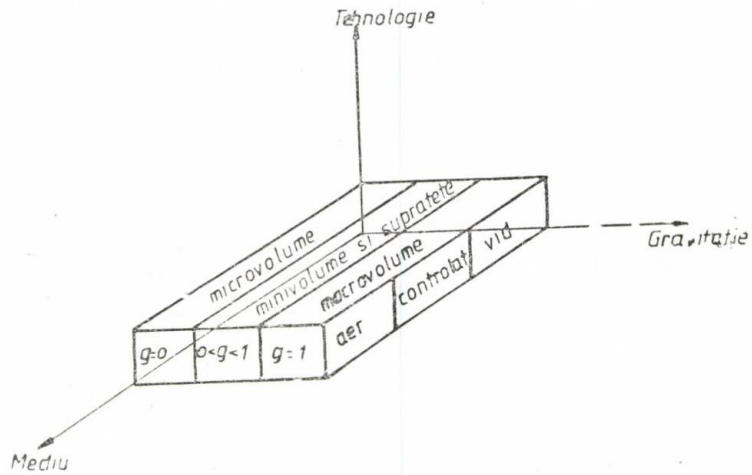


Fig. 2 Reprezentarea procedeelor tehnologice de prelucrare într-un spațiu tridimensional.

Apare astfel o problemă importantă : în ce măsură se poate obține într-un proces tehnologic precizia compoziției, formei geometrice și a structurii ? Problema are implicații deosebite în fiabilitatea reperului, dar mai ales pentru ansamblul mașinii în care urmează să fie montat.

Considerînd rădăcina pătrată a abaterilor medii pătratice ale compoziției : ΔC, ale formei : ΔF, și ale structurii : ΔS, din analiza statistică a pocedeelor convenționale și neconvenționale, a rezultat relația :

$$\Delta C \cdot \Delta S \cdot \Delta F \geqslant \frac{D}{M} \quad [\text{m}] \qquad (1)$$

în care :

D = constanta tehnologică a proceselor de prelucrare a materialelor ;

M = masa materialului prelucrat.

Valoarea lui D, determinată experimental, este :

$$D \cong 10^{-16} \cong \frac{h \cdot No}{c} \left[\frac{Js}{\frac{m}{s}} \right] \qquad (2)$$

unde :

h — este constanta lui Planck (6×10^{-34} J.s) ;
N_0 — este numărul lui Avogadro (6×10^{-23} mol^{-1}) ;
c — este viteza luminii în vid (3×10^{8} m/sec.).

Această relație fundamentează matematic, sub forma unei expresii de incertitudine, că :

1. nu se pot obține precizii oricît de mari, adică dispersii a toleranțelor oricît de mici, simultan pentru compoziție, formă geometrică și structură ;

2. precizia tehnologică este limitată pentru o compoziție dată și o structură cu densitate de defecte definite la valoarea : $\frac{D}{M}$.

3. precizia formei pentru o compoziție dată este condiționată de abaterile față de structura teoretică ; cu cît aceste abateri sînt mai mici, cu atît dispersia toleranțelor va fi mai mică. De exemplu, precizii de ordinul 10^{-10} m, în dispozitivele semiconductoare, nu se pot obține decît dacă dispersia față de compoziția teoretică este apropiată de unitate și dispersia defectelor de structură este mai mică de 10^{-11} g de substanță ;

4. abatarea medie pătratică a preciziei formei va fi cu atît mai mare, cu cît masa ce se prelucrează este mai mică. Rezultă deci că există o limită a reproductibilității la piese extrem de ușoare.

Relația de incertitudine tehnologică constituie o limitare tehnologică a posibilităților de prelucrare a materialelor. Se pune problema, în această ordine de idei, care sînt perspectivele tehnologiilor neconvenționale ?

Întrucît tehnologia nu este un scop în sine și are drept rol să permită realizarea noilor proiecte de tehnomasă, trebuie să enumerăm cîteva din realizările ultimelor decenii ale secolului : roboți industrali, mașini telecomandate, mașini cu autodiagnostic, centrale nucleare, baterii solare, sateliți de comunicație, avioane cu decolare și aterizare verticală, trenuri pe pernă magnetică, autoturisme electrice, calculatoare superputernice specializate ș.a. Astfel de produse nu se pot executa numai cu materialele existente. Tehnologiile neconvenționale vor trebui să prelucreze : titan, zirconiu, magneziu, materiale compuse cu fibre, cu particule, cu aer, ceramică, materiale plastice, materiale funcționale de tipul celor cu memorie sau cu stare de tensiune controlată, materiale lichide ș.a. Forma reperelor, proiectate pe calculator, va putea fi realizată numai de mașini conduse de calculator care, eventual, vor recunoaște singure forma produsă. În același timp, mașinile pe care se aplică tehnologiile neconvenționale vor trebui robotizate și așezate în celule flexibile, capabile să se racordeze la principiile organizatorice moderne ale proceselor de producție. Nu ne putem imagina mașinile procedeelor tehnologice neconvenționale fără autodiagnostic ; de asemenea, ele vor fi prevăzute cu sisteme optimale de reglaj al parametrilor și cu posibilități de dialog cu operatorii.

Desigur, chiar în domeniul procedeelor tehnologice neconvenționale, se pot enumera o serie de noi posibilități de prelucrare a materialelor :

— prelucrarea cu jeturi abrazive, o nouă soluție de erodare mecanică cu interesante avantaje față de procedeele clasice de așchiere;

— dezvoltarea prelucrărilor cu laser, prin găsirea — pentru un anumit material a lungimii de undă optime de prelucrare, deci aproape pentru fiecare material se impune un alt mediu activ laser ;

— prelucrările prin explozie mecanică și cea electromagnetică necesită realizarea mașinilor industriale pentru astfel de tehnologii ;

— prelucrări sub apă, la mari adîncimi și cu jeturi de apă ;

— prelucrări în absența gravitației, sau în condiții de vid înaintat ;

— depuneri metalice cu fascicul de electroni și cu microunde ;

— combinarea laserului cu fasciculul de electroni ;

— prelucrări prin iradiere nucleară și chiar folosirea controlată a energiei nucleare.

Mai mult decît toate acestea, apar perspectivele tehnologiilor biologice. Dacă tehnologiile de obținere a metalelor pe cale biologică au început să fie aplicate, va trebui să imaginăm și alte tipuri de utilizare a acestei forțe deosebite, după cum trebuie să se rețină, că majoritatea aplicațiilor biologice necesită tehnologii neconvenționale. Astfel se pot aminti tăierea genelor, secționări de lanțuri ADN, sudări, implantări.

Ar mai fi de adăugat la noile perspective și un aspect tehnico-organizatoric. Pînă în prezent, s-au dezvoltat în special procedeele tehnologice neconvenționale și mai puțin procesele, în ansamblul lor, care cuprind și operații de control, de manipulare, de condiționare etc., cunoscute în mod curent sub denumirea de logistică a tehnologiilor neconvenționale. Procesul tehnologic neconvențional poate fi considerat ca o structură, un mod de așezare, „tot" se numește mulțime, iar modul de așe-

zare înseamnă relațiile care există între elemente. Structurile pot fi de diferite tipuri, însă fiecare tip de structură determină anumite proprietăți ale mulțimii. Cunoscînd tipul structurii, rezultă implicit și proprietățile unei mulțimi, astfel încît, pe baza lor, o serie de probleme pot fi rezolvate în bloc, fără a mai necesita o cercetare individuală.

Ne trebuie astfel de structuri referitoare la prelucrări electroerozive, electrochimice, cu ultrasunete, cu laser, cu fascicul de electroni, prin explozie etc., care să sintetizeze experiența deosebit de valoroasă a cercetătorilor din aceste domenii ale școlilor timișorene, bucureștene, brașovene, sibiene, ieșene, craiovene etc., și care să permită livrarea unor mașini însoțite și de pachetul de tehnologii pentru realizarea produselor respective. În acest sens, se impune realizarea unor bănci de date pentru tehnologiile neconvenționale aplicate în țară.

Prelucrăm materiale și lumea este astăzi impresionată de progresele științei, dar de fapt senzația o produce nu adevărul științific propriu-zis, ci realizările tehnologice. Aceste realizări transformă imaginea în realitate, după cum experiența se transformă în cunoaștere adevărată.

CZ : 621.9.018.3

Utilizarea proprietăților cuplurilor de materiale la prelucrarea electroerozivă în scopuri industriale*)

Dr. ing. Carol **MANIȚIU**, ing. Nicolae **DIMITRIU**, ing. Marin **ANDREESCU** — I.C.T.C.M. București

I. Realizarea electrozilor-sculă pentru prelucrarea electroerozivă este adesea legată de dificultăți tehnice și de costuri ridicate ; după unii autori, la prelucrarea de cavități complexe prin electroeroziune, costul electrozilor-sculă poate reprezenta 70—80% din totalul costului de prelucrare. Dificultăți foarte mari apar prin modificarea cotelor, cu valoarea interstițiului de lucru, ceea ce poate conduce la profile nestandardizate ce nu pot fi realizate prin prelucrări mecanice. În astfel de cazuri electrodul-sculă se realizează la forma standard, iar micșorarea cotelor cu valoarea interstițiului se realizează prin atac cu acizi ; această metodă conduce însă la scăderea preciziei și la rotunjirea muchiilor electrozilor-sculă. În alte cazuri, se recurge la confecționarea unui model din rășină al electrodului-sculă și apoi se face prelucrarea sa prin copiere pe mașini speciale ; metoda este laborioasă și scumpă.

Neajunsurile arătate mai sus se amplifică atunci cînd se pune problema prelucrării prin electroeroziune a unei serii ori cît de restrînse de cavități identice, deoarece apare necesară și o serie de electrozi-sculă.

Aceste neajunsuri sînt generate de faptul că electrozii-sculă se uzează în procesul de prelucrare electroerozivă și că deși aceste uzări sînt din ce în ce mai mici (datorită noilor tipuri de generatoare ED, a noilor materiale pentru sculă etc.), ele nu pot fi admise la preciziile din ce în ce mai ridicate solicitate de nevoile industriei.

II. Tehnologia propusă pornește de la ideea utilizării unui electrod-sculă intermediar din aluminiu ; se realizează prin electroeroziune (pe aceeași mașină pe care se face prelucrarea, sau pe o altă mașină) utilizînd drept sculă un „model" din cupru identic ca formă și dimensiuni, cu cavitatea ce dorim s-o obținem în piesa din oțel.

„Modelul" din cupru se poate realiza prin prelucrări mecanice, depunere galvanică, imprimare prin presare, sau orice altă metodă ce ar permite realizarea sa la precizia cerută.

Tehnologia de prelucrare electroerozivă a unei cavități în oțel, utilizînd electrod intermediar din aluminiu, se prezintă principial astfel (se exemplifică la realizarea unei matrițe pentru roți dințate conice) :

1 — se realizează un „model" din cupru identic cu cavitatea ce trebuie realizată în oțel (fig. 1 — K), care se fixează pe masa mașinii ;

2 — se realizează un eboș foarte aproximativ al unui electrod-sculă din aluminiu pentru prelucrarea cavității în oțel (în cazul ales, un simplu trunchi de con, cu gaură de spălare și fără dantură fig. 1 — A) ;

*) Brevet R.S.R. nr. 79376/1982

3 — se face prelucrarea electroerozivă a cavității de oțel în „pași"; astfel, primul „pas" de degroșare poate fi descris astfel :

— se „formează" electrodul-sculă din aluminiu în „modelul" din cupru utilizînd un regim ED de degroșare (50A, fig. 1, poziția I) ;

— se deplasează electrodul-sculă din aluminiu în dreptul piesei din oțel și se face prelucrarea de degroșare a cavității în oțel (25 A, fig. 1, poziția II).

— se deplasează edectrodul-sculă din aluminiu în dreptul cavității din oțel și se prelucrează în continuare diferența datorată uzării anterioare a electrodului sculă (25 A, fig. 1, poziția II).

Acest prim „pas" se regăsește în tabelul 1, îngroșat ;

4 — se prelucrează cavitatea din oțel în „pașii" următori, cu trepte de putere din ce

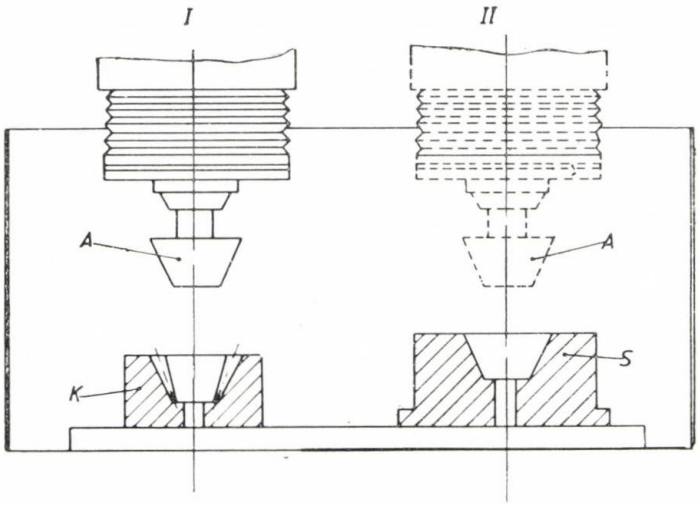


Fig. 1 Tehnologie nouă EDM
I — formare electrod ; II — prelucrare piesă ; A — electrod ; K — model ; S — piesă.

La această prelucrare electrodul-sculă din aluminiu se uzează cu 5—10%, funcție de regimul de prelucrare (calitatea aluminiului sculei, presiunea de spălare etc.) ;

— se deplasează electrodul-sculă din aluminiu în dreptul „modelului" din cupru și se face o corecție a formei sale, pînă la îndepărtarea efectelor uzurii pe aceeași treaptă de lucru (50 A, fig. 1, poziția I) ;

în ce mai scăzute, utilizînd întotdeauna, la „formarea" electrodului-sculă din aluminiu, în „modelul" din cupru, o treaptă de putere mai mare decît pentru prelucrarea cavității din oțel (tab. 1).

Finisarea cavității din oțel se face utilizînd aceeași treaptă de putere și pentru „formarea" electrodului din aluminiu și pentru prelucra-

Exemplu de aplicare a metodei

Tabelul 1

I [A]	Formarea electrodului de aluminiu în „modelul" de cupru				Prelucrarea oțelului cu electrodul de aluminiu			
	t_i/t_p [μs]	Polaritate	Productivitate [mm^3/min]	*UKA* [%]	t_i/t_p [μs]	Polaritate	Productivitate [mm^3/min]	*UAS* [%]
50	200/12	+	1250	0,102	—	—	—	—
25	200/25	+	487	0,120	800/100	+	162	6,1
12	100/12	+	270	0,135	800/200	+	63	4,2
6	50/6	+	90	0,14	200/50	+	28	3,2

NOTA : — aluminiu utilizat : Al. 99,8
— model : cupru electrolitic
— oțelul prelucrat : oțel aliat

rea în oțel. În tabelul 1 s-a evidențiat treapta de 6 A, utilizată la finisare în exemplul dat.

III. Aplicarea acestei tehnologii de prelucrare electroerozivă aduce avantaje tehnice și economice.

În locul realizării unui set de electrozi-sculă, uneori foarte complicați (pentru degroșare, semifinisare, finisare), este suficientă doar realizarea unui „model" din cupru a cavității de prelucrat. Din experimentările efectuate, a rezultat că un „model" din cupru, identic cu cavitatea de prelucrat, poate conduce la realizarea cavității dorite în oțel, interstițiile de lucru ED cupru-aluminiu și aluminiu-oțel fiind identice sau foarte apropiate ca valori ; cînd sînt necesare unele corecturi de valori, acestea se pot face pe cale tehnologică, prin modificări ale treptelor de lucru, ale valorii duratei impulsurilor etc., la prelucrarea aluminiului, respectiv a oțelului [1].

Se realizează un progres, prin aceea că se trece la realizarea electrozilor-sculă chiar prin electroeroziune, care se știe că este cea mai indicată tehnologic pentru realizarea de piese complexe și precise.

Se obțin importante avantaje economice, deoarece, cu un singur „model" din cupru se poate prelucra, la aceeași precizie, un volum de $5 \div 15$ ori mai mare de oțel decît cu un set de electrozi din cupru prin tehnologia „clasică", electroerozivă. Pentru demonstrarea acestei afirmații, se face apel la figura 1, care reprezintă noua tehnologie de prelucrare ED și figura 2, care reprezintă tehnologia „clasică de prelucrare ED. Se fac următoarele notații :

pentru figura 1

V_{S1} — volumul ce se îndepărtează din piesa de oțel la prelucrarea cu electrod intermediar din aluminiu, pînă la uzarea absolută a „modelului" din cupru, cu valoarea V_K ;

V_{A1} — volumul îndepărtat la „formarea" electrodului din aluminiu ;

V_{A2} — volumul uzat din electrodul de aluminiu la prelucrarea oțelului ;

V_{K1} — volumul uzat din „modelul" de cupru, la „formarea" electrodului din aluminiu ;

U_{KA} — uzura relativă a „modelului" din cupru la „formarea" electrodului din aluminiu ;

U_{AS} — uzura relativă a electrodului din aluminiu la prelucrarea oțelului ;

n — numărul de corecturi ale uzurii electrodului din aluminiu, în „modelul" din cupru, la prelucrarea cu un „pas".

pentru figura 2

V_{S2} — volumul ce se îndepărtează din piesa de oțel, la prelucrarea cu electrod din cupru, pînă la uzura absolută a electrodului din cupru, cu valoarea V_K ;

V_K — volumul uzat din electrodul din cupru, la prelucrarea oțelului ;

U_{KS} — uzura relativă a electrodului din cupru, la prelucrarea oțelului.

Se calculează volumul V_{S1} de oțel ce poate fi îndepărtat la prelucrarea electroerozivă, în cazul prelucrării cu electrod intermediar din aluminiu (fig. 1) și volumul V_{S2} la prelucrarea direct cu electrod din cupru (fig. 2), pînă la atingerea aceleiași uzuri absolute V_K, la un „pas" de prelucrare.

Se calculează volumul îndepărtat din oțel la noua tehnologie (fig. 1), pornind de la expresia uzurii relative, la prelucrarea oțelului cu electrodul intermediar din aluminiu :

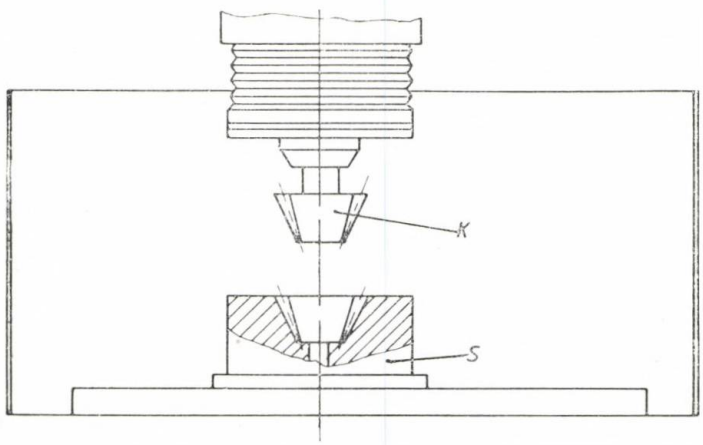


Fig. 2 Tehnologie clasică EDM
K — electrod ; S — piesă.

$$U_{AS} = \frac{V_{A1}}{V_{S1}} \cdot 100, \qquad (1)$$

de unde se obține :

$$V_{S1} = \frac{V_{A1}}{U_{AS}} \cdot 100 \qquad (2)$$

Uzura relativă a „modelului" din cupru, la formarea electrodului din aluminiu, va fi :

$$U_{KA} = \frac{V_{K1}}{V_{A2}} \cdot 100 \qquad (3)$$

Din relația (3) se scoate :

$$V_{A2} = \frac{V_{K1}}{U_{KA}} \qquad (4)$$

Deoarece întotdeauna, pentru asigurarea preciziei de prelucrare, trebuie îndepărtată uzura electrodului din aluminiu, prin formare în „model", și apoi prelucrată în oțel diferența rămasă neprelucrată, se admite :

$$V_{A1} \cong V_{A2} \cong V_A \qquad (5)$$

Relația (5) a fost confirmată practic ca valabilă în cadrul unui „pas" de lucru.

Eliminînd pe V_{A1} și V_{A2} și utilizînd relațiile (2), (4) și (5) se obține :

$$V_{S1} = \frac{100\ V_{K1}}{U_{KA}U_{AS}} \cdot 100 \qquad (6)$$

Se calculează volumul îndepărtat din oțel la tehnologia ED „clasică" (fig. 2), pornind de la expresia uzurii relative :

$$U_{KS} = \frac{U_{K2}}{V_{S2}} \cdot 100 \qquad (7)$$

adică :

$$V_{S2} = \frac{V_{K2}}{U_{KS}} \cdot 100 \qquad (8)$$

Se face raportul dintre relațiile (6) și (7) punînd condiția de egalitate a uzurilor $V_{K1} = V_{K2} = V_K$ și se scoate valoarea lui V_{S1} :

$$V_{S1} = V_{S2}\frac{U_{KS}}{U_{KA}U_{AS}} \cdot 100 \qquad (9)$$

Formula (9) indică volumul de oțel ce se poate îndepărta prin tehnologia propusă (V_{S1}), față de volumul ce se poate obține prin tehnologia electroerozivă „clasică" (V_{S2}), pînă la atingerea aceleiași uzuri absolute (V_K) dacă la un „pas" este necesară o singură „formare" a electrodului din aluminiu.

În realitate, pentru parcurgerea completă a unui „pas" (conform 3), sînt necesare mai multe „formări" ale electrodului din aluminiu în „modelul" din cupru (M). În acest caz formula (9) va deveni :

$$V_{S1} = V_{S2}\frac{U_{KS}}{\sum_1^n U_{KA} \sum_1^n U_{AS}} \cdot 100 \qquad (10)$$

unde :

$$\sum_1^n U_{KA} = U_{KA1} + U_{KA2} + \ldots + U_{KAn} \qquad (11)$$

$$\sum_1^n U_{AS} = U_{AS1} + U_{AS2} + \ldots + U_{ASn} \qquad (12)$$

În cadrul unui „pas" de lucru există relațiile :

$$U_{KA1} = U_{KA2} = \ldots = U_{KAn} \qquad (13)$$

$$U_{AS1} = U_{AS2} = \ldots = U_{ASn} \qquad (14)$$

În această situație, relația (10) valabilă pentru un „pas" de lucru, devine :

$$V_{S1} = V_{S2}\frac{U_{KS}}{nU_{KA}U_{AS}} \cdot 100 \qquad (15)$$

Introducînd în relația (15) valori practice, obținute din tabelul 1, la prelucrarea elementelor de matriță pentru anvelope auto, se obțin valorile următoare pentru „pasul" de degroșare :

$$V_{S1} = V_{S2}\frac{0{,}2}{3.0{,}102.6{,}1} \cdot 100 \qquad (16)$$

sau :

$$V_{S1} = 11\,V_{S2} \qquad (17)$$

Relația (17) arată că tehnologia electroerozivă de prelucrare cu electrod intermediar din aluminiu și „model" din cupru permite îndepărtarea unui volum de 11 ori mai mare de oțel, decît tehnologia ED „clasică", pînă la atingerea aceleiași uzuri absolute V_K, în cazul „pasului" exemplificat. Sau, altfel spus, dacă prin tehnologia obișnuită ED (fig. 2) se prelucrează o piesă, prin noua tehnologie ED (fig. 1) se pot prelucra 11 piese, în aceleași condiții de precizie (aceeași uzură absolută V_K a electrodului, respectiv a „modelului" din cupru).

Se menționează că metodologia utilizată pentru determinarea uzurilor și a preciziei de prelucrare ED a fost aceea dezvoltată de J. R. Crookall [2] ; aplicarea acestei metodologii a dat posibilitatea unei aprecieri comparative a fidelității de transmitere a profilelor, de pe electrodul-sculă pe piesa de prelucrat, și de apreciere a uzurilor și preciziilor de prelucrare.

Din analiza relației (15), rezultă că volumul de oțel îndepărtat prin noua tehnologie va fi cu atît mai mare, în comparație cu tehnologia ED „clasică", cu cît :

— uzura „modelului" la prelucrarea electrodului intermediar va fi mai mică ;

— uzura electrodului intermediar la prelucrarea oțelului va fi mai mică ;

— numărul de „corecturi" ale formei electrodului intermediar în „model" va fi mai redus.

IV. Această tehnologie se poate aplica cu succes, utilizînd în locul „modelului" din cupru un „model" din grafit, sau utilizînd chiar alte cupluri de materiale decît cele citate.

Datorită tendinței tot mai accentuate de creștere a seriilor de produse, a complexității și a preciziei impuse acestora, tehnologia cu electrod intermediar își găsește un cîmp din ce în ce mai larg de aplicare.

Această nouă tehnologie ED a fost aplicată, sau este în curs de aplicare, la noi, într-o serie de domenii cum ar fi :

— realizarea matrițelor pentru matrițarea roților dințate conice ; în astfel de cazuri sînt necesare serii de matrițe identice, căci seriile de roți dințate conice matrițate sînt foarte mari (industria de automobile, mașini agricole etc.) ;

— prelucrarea electroerozivă a matrițelor pentru anvelope auto ; în astfel de cazuri „elementele" de matriță au o formă geometrică foarte complicată și se repetă în număr mare pe aceeași matriță ;

— realizarea matrițelor pentru industria sticlei, a bunurilor de larg consum etc. Datorită seriilor foarte mari de produse de larg consum și necesarul de matrițe identice este foarte mare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Manițiu, C., Mehlhorn, H.* : Contribution to the optimization of the EDM process, ISEM 5 — Switzerland, 1977.

[2] *Sen, A.K., Crookall, J.R.* : Detail Transfer in EDM Finishing Proc., of the 20 th Int. Mach. Tool Das. and Mes. Conf., Birmingham — 1979, Birmingham — 1980, 567—573.

CZ : 621.9.018

Mecanism electromecanic de avans pentru mașini de electroeroziune

Dr. ing. Gheorghe **OBACIU**, dr. ing. Mircea **IVAN** — — Universitatea din Brașov

Construcția mecanismului de avans

Sarcina principală a unui mecanism de avans utilizat la mașinile de prelucrat prin electroeroziune este de a asigura o viteză de pătrundere în materialul de prelucrat, corespunzătoare stării interstițiului dintre cei doi electrozi.

Acest lucru presupune o urmărire continuă a procesului de descărcare în dielectric și sesizarea stărilor de dezechilibru, care dau naștere unor semnale folosite de bucla de reacție pentru adaptarea sensului și vitezei de avans la situația concretă.

Sistemele de avans specifice mașinilor neconvenționale trebuie să asigure o mișcare discontinuă, așa încît interstițiul de lucru să rămînă în jurul valorii optime, în concordanță cu viteza de erodare. Spre deosebire, deci, de mașinile convenționale, sistemul de avans la mașinile electroerozive cuprinde și o buclă de adaptare continuă a vitezei de avans și chiar a sensului mișcării.

În urma cercetărilor efectuate, s-a ajuns la concluzia că în cazul mașinilor de prelucrat prin eroziune, mecanismele de avans cu structură mecanică sînt superioare celor cu structură hidraulică prin :

— fiabilitate mai bună ;

— greutate mai redusă ;

— legătură mai ușoară între mecanismul de avans și restul mașinii ;

— tehnologicitate bună, ceea ce facilitează o execuție calitativ superioară.

Studiul efectuat are ca scop perfecționarea mecanismelor de avans cu care sînt dotate mașinile electroerozive actuale și diversificarea acestor mecanisme pentru mașinile mici și mijlocii. Sistemul de avans realizat (fig. 1) se compune dintr-un motor electric (M$_E$, tip SMU 750), un reductor ($z_1 \dots z_3$) și un mecanism de transformare a mișcării de tip șurub-piuliță ($S_V - P_V$).

La încercările preliminare ale motorului, s-a determinat o turație minimă a motorului de aproximativ 4 rot/min, ceea ce a impus un reductor cu un raport total de 1/200, realizat din două perechi de angrenaje melcate ($z_1 z_1'$, $z_2 z_2'$) și unul cilindric ($z_3 z_3'$). Dată fiind precizia impusă, în special, legată de asigurarea unor timpi de comutație minimi, s-au utilizat sisteme elastice de preluare a jocului, calculate pentru eforturi mai mari decît cele transmise, ghidarea pinolei (p) făcîndu-se cu ghida-

je de rostogolire (tacheți). Precizia de execuție a ghidajelor (abaterea de la liniaritate și planeitate) este de maxim 5 m pe întreaga lungime. Schema cinematică descrisă asigură, pen-

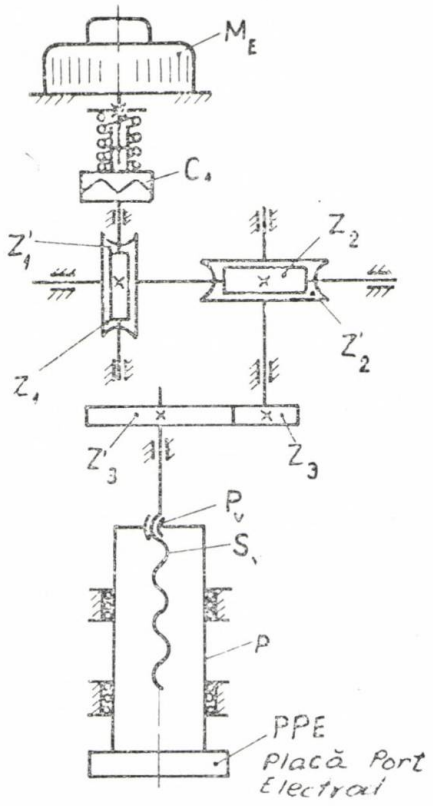


Fig. 1 Schema cinematică și de acționare a mecanismului.

tru gama de turații la care a fost testat motorul, viteze între 0,1 și 150 mm/min, la o cursă maximă de 192 mm.

Testarea mecanismului de avans

Funcționarea mecanismului de avans descris trebuie să corespundă unor condiții deosebite, legate de procesul de eroziune electrică, de pe mașinile pentru care ele sînt destinate. Principala condiție impusă lor se referă la posibilitatea de realizare a unor viteze continuu adaptate la condițiile concrete de eroziune, ceea ce presupune trecerea rapidă de la o viteză la alta și de la un sens la sensul invers de mișcare. De aici, rezultă faptul că promptitudinea execuției comenzii primite de către elementul de acționare și transmitere a mișcării este cel mai important criteriu în aprecierea calității unui mecanism de avans. Deoarece mecanismele electromecanice de avans impun — în opoziție cu cele cu acționare hidraulică — un sistem mecanic de transformare calitativă și cantitativă a mișcării, se poate (ușor) deduce faptul că atît precizia înaltă de execuție, cît și concepția însăși a mecanismului de avans au același scop și anume acela de a asigura o promptitudine maximă a executării comenzii.

Pe de altă parte, este necesar ca legea de mișcare — în cazul de față o dreaptă — să fie cît mai precisă, date fiind valorile mici ale interstițiului de lucru cu referire la interstițiile laterale.

Din această succintă analiză, se pot desprinde cei doi parametri care trebuie luați în studiu pentru aprecierea calității mecanismului de avans :

a — precizia legii de mișcare ;

b — viteza de răspuns.

Acest al doilea parametru se definește fie ca timp scurs între comandă și executarea ei, fie ca lungime a spațiului parcurs de la momentul comenzii pînă la executarea ei.

Prima formă a parametrului viteză de răspuns este mai ușor de măsurat și are un caracter mai universal, deși se stabilește mai greu legătura între valoarea lui și influența asupra interstițiului.

A doua formă a parametrului viteză de răspuns este mai greu de determinat, chiar din oscilograme ale deplasării, din cauza greutăților legate de marcarea schimbării pantei curbei respective. Această formă de apreciere are însă o importanță deosebită, în special, în cazul trecerii de la avansul de apropiere, la cel tehnologic. Un spațiu mare, parcurs de la primirea comenzii de schimbare a vitezei, pînă la atingerea vitezei de avans, poate fi periculos, ținînd seama de valoarea mică a interstițiului de lucru, este ușor de dedus faptul că acest mecanism va funcționa în regim tranzitoriu, ceea ce are influențe negative, în principal, asupra productivității.

Date fiind condițiile de experimentare și avînd în vedere precizia posibilă a fi atinsă în determinarea timpului, s-a acceptat totuși acest criteriu în calitate de parametru de apreciere a funcționalității mecanismului de avans.

Încercările efectuate pe standul special construit au avut ca scop determinarea următorilor parametri :

— limitele vitezelor de avans și de retragere ;

— constanța acestor viteze în cazul comenzilor identice și condiții diferite de lucru ;

— constanța legii de mișcare în diferite puncte de funcționare și la diverse unghiuri de înclinare ;

— viteza de răspuns globală motor + sistemul mecanic ;

— silențiozitatea funcționării.

Cu aceeași ocazie, se impune determinarea unei alte serii de caracteristici importante, cum ar fi :

— oportunitatea schemei cinematice propuse ;

— justețea soluțiilor constructive, adoptate pentru realizarea schemei cinematice ;

— funcționarea sistemelor de prelucrare a jocului ;

— stabilirea jocurilor în angrenaje etc.

Încercările au fost efectuate pe un stand special amenajat, dotat cu aparatură de laborator cu clasa de precizie 0,5+1.

Rezultate experimentale

După cum s-a mai spus, încercarea mecanismului s-a făcut în foarte multe situații diferite stabilindu-se cu această ocazie o serie de parametri constructivi și funcționali, aceștia din urmă specifici mecanismelor de avans pentru EDM.

a. Încercări statice

1. încercări asupra motorului la mers în gol și în sarcină : $n = f\,(U_{mcc})$;

2. detreminări ale vitezei port-electrodului : $v = f\,(U_{mcc})$;

3. determinări asupra puterii absorbite : $I_{mcc} = f(U_{mcc})$;

4. determinări ale nivelului vibrațiilor : $\nu = f\,(V)$.

Toate încercările s-au efectuat în trei poziții ale mecanismului de avans : vertical (0^0), la 30^0 și orizontal (90^0), în cinci puncte pe șurubul de antrenare. Diagramele trasate au permis o apreciere calitativă asupra funcționării mecanismului și o serie de modificări constructive care au fost operate.

În figura 2 spre exemplu se poate vedea că turația motorului (n_M) este liniară cu tensiunea (u_{mcc}) și că în urma unor îmbunătățiri constructive ale motorului și schemei cinematice turația minimă a putut fi coborîtă la

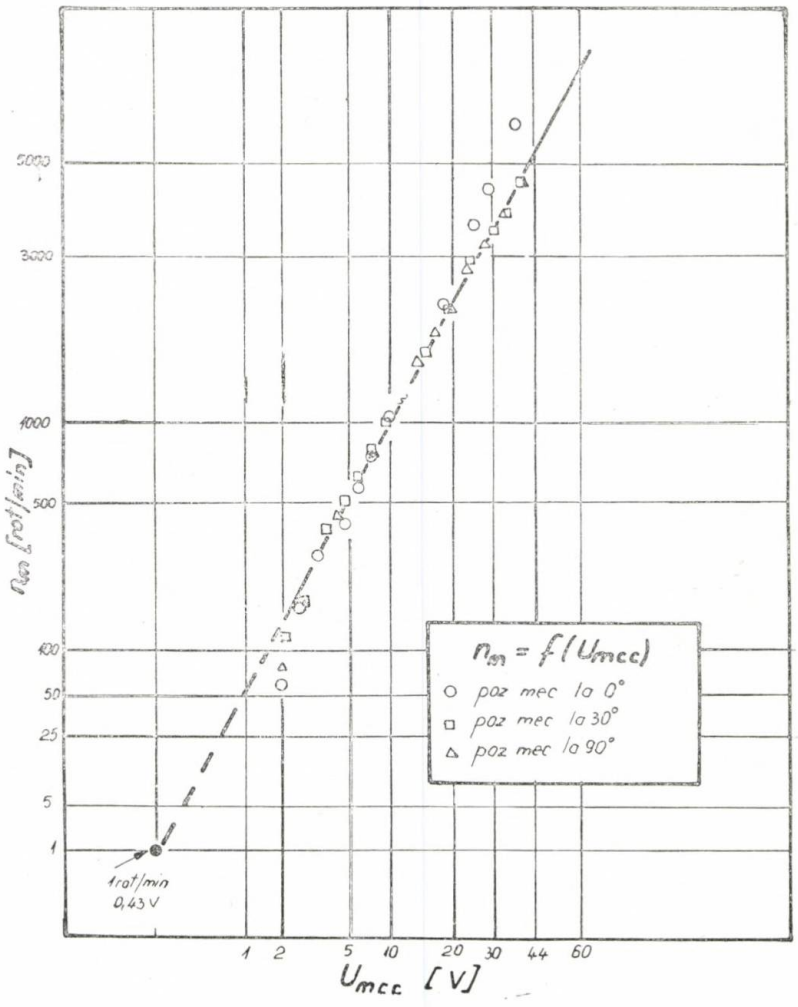


Fig. 2 Caracteristica turație-tensiune a motorului electric.

Cîteva din condițiile în care a fost experimentat sînt încercări statice și încercări dinamice.

1 rot/min, ceea ce asigură un avans de 0,025 mm/min, potrivit și pentru cea mai pretențioasă prelucrare.

Figura 3 pune în evidență corelația între viteză și puterea absorbită (de fapt U_{mcc} și I_{mcc}). Se poate observa că puterea utilă este relativ mică și că cea mai mare parte să consumă pentru frecări. Astfel la o creștere de 4 ori a vitezei (de la 15 la 60 mm/min) curentul crește numai de 1,25 ori și aceasta este și mai mică pentru viteze absolute mai mari. Masarea punctelor în jurul aceleiași valori, pentru toate cele 5 poziții ale piuliței, demonstrează precizia înaltă a elementelor schemei cinematice.

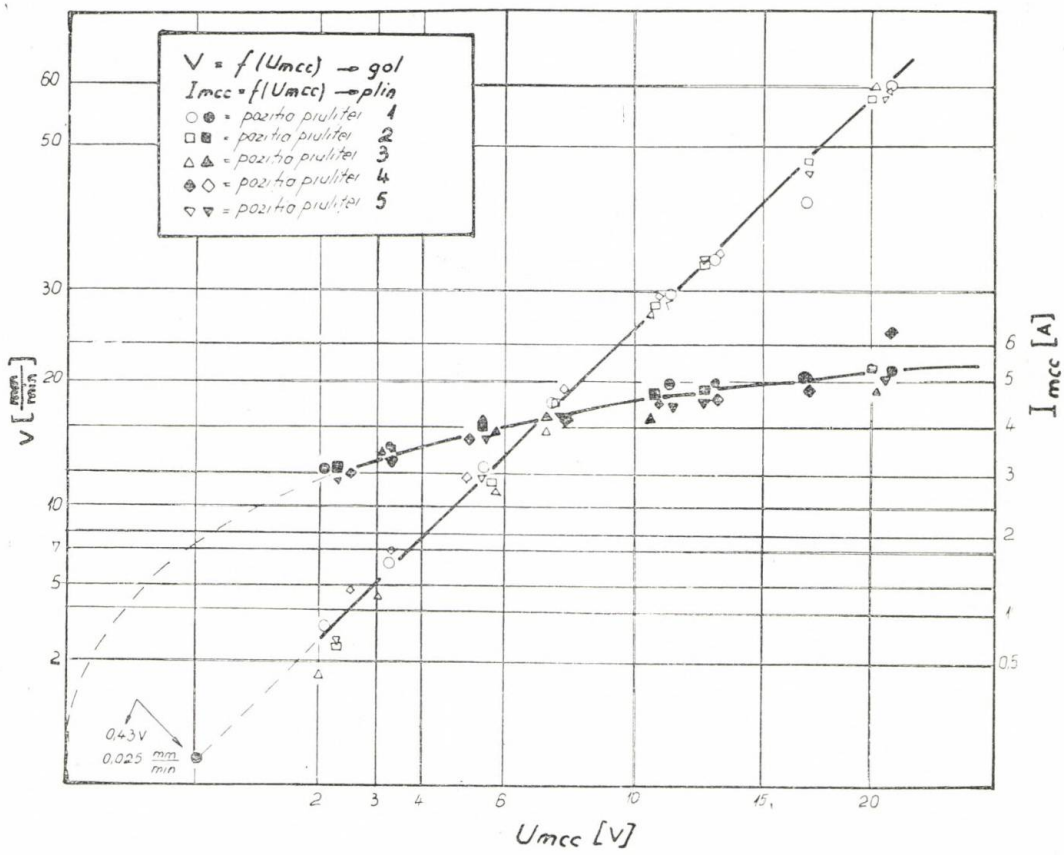


Fig. 3 Caracteristica viteză de avans-tensiune-curent absorbit.

O importantă serie de determinări s-a făcut asupra nivelului accelerațiilor oscilațiilor mecanice (nivelul vibrațiilor). Constatările generale sînt :

— sursa de vibrații este motorul care a dat cel mai mare nivel de zgomot. Variația lui în funcție de viteză este redată în figura 4 ;

— carcasa transmite într-o foarte mică măsură oscilațiile, nivelul constant fiind de 4+8 ori mai redus ;

— lanțul cinematic nu este generator de oscilații ;

— nivelul oscilațiilor la port-electrod nu periclitează funcționarea în sistem.

b. Încercări dinamice

Acest tip de încercări a fost prevăzut în trei variante :

— cu comandă manuală a ciclului AR-AT-RR ;

— cu comandă automată AR-AT-RR, cîte 5 s ;

— cu simularea prelucrării.

Încercările din primele două variante sînt de fapt cele mai semnificative, deoarece pot fi mai ușor controlate și rezultatele se consemnează mai evident. De fapt, aceste date asigură cea mai de fond apreciere asupra funcționalității mecanismului în ansamblul său, deoarece timpii de comutație mecanică (t_{cm}) stabilesc posibilitatea utilizării mecanismului în mașini de electroeroziune.

Ori, din valorile obținute (parțial redate în figura 5) se constată că mecanismul acționat de motorul de 750 W nu poate fi utilizat, ca urmare a timpilor de comutație mecanică, inadmisibil de mari. S-a stabilit, însă, că prin-

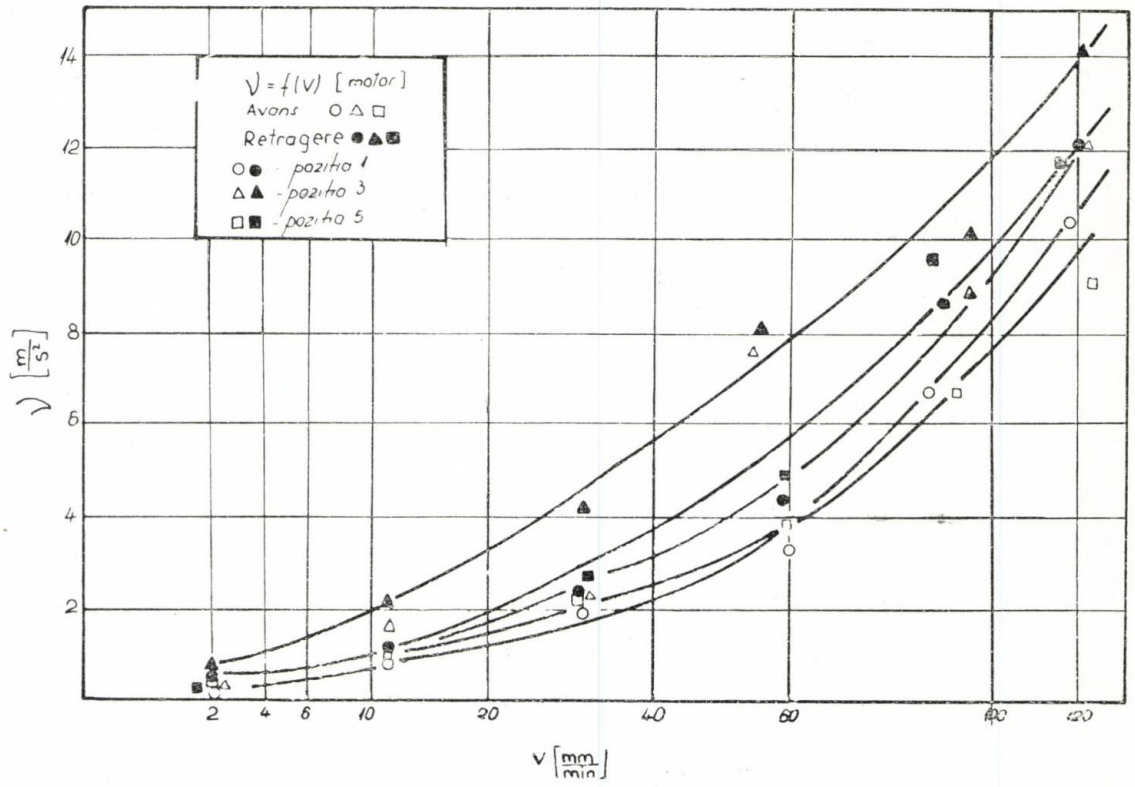


Fig. 4 Dependența nivelului oscilațiilor de viteza de avans sau de retragere.

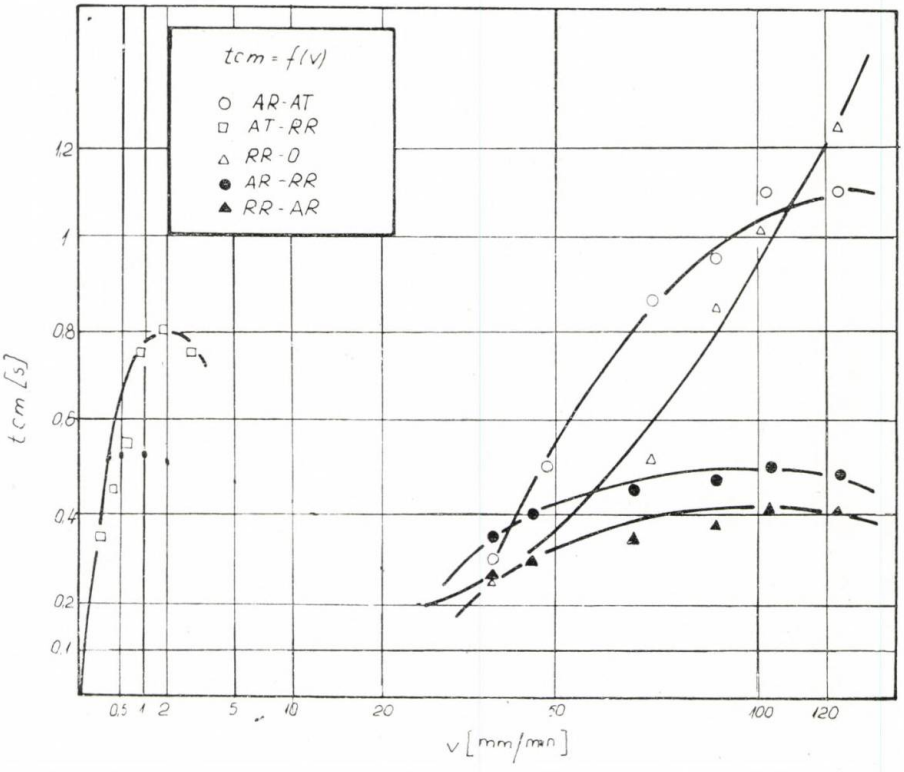


Fig. 5 Dependența valorii timpilor de comutație mecanică de viteza deplasării și caracterul comutării.

cipala cauză a timpilor mari o constituie timpul de accelerație și frînare a motorului, la trecerile dintr-un regim în altul. Aceste valori sînt mai mari în gol și cum este firesc cresc odată cu creșterea turației. Aceste constatări impun două condiții importante și anume :

— utilizarea unui motor de putere mai mică, ceea ce presupune dimensiuni de gabarit mai reduse și deci inerții mai mici ;

— îmbunătățirea parametrilor dinamici ai motorului.

Concluziile care s-au impus, în finalul cercetărilor, au permis îmbunătățirea constructivă a cinematicii mecanismului ; utilizarea unui motor cu performanțe îmbunătățit asigură posibilitatea înlocuirii sistemelor hidraulice cu sisteme electromecanice.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Obaciu, Gh.* : Contribuții la studiul construcției mașinilor de electroeroziune. În : „Construcția de mașini", nr. 5, 1972 București.

[2] *Obaciu, Gh., Ivan, M.* : Mașină de scos scule rupte prin electroeroziune. În : „Construcția de mașini", nr. 4—5, 1982, București.

CZ : 541.13

Analiza calitativă și cantitativă a parametrilor care determină precizia prelucrării prin eroziune electrochimică

Conf. dr. ing. Mircea **IVAN**, conf. dr. ing. Gheorghe **OBACIU** — Universitatea din Brașov

Introducere

Cu toate avantajele certe pe care le prezintă prelucrarea electrochimică, utilizarea ei este încă limitată datorită faptului că mașinile electrochimice nu asigură precizia cerută în multe domenii ale industriei constructoare de mașini, iar elaborarea tehnologiilor de prelucrare presupune un personal cu o înaltă calificare tehnică. Precizia de prelucrare fiind influențată de un număr foarte mare de parametri, este necesar să se acționeze în primul rînd asupra acestor parametri.

Studiul teoretic al influenței principalilor parametri asupra preciziei prelucrării prin eroziune electrochimică

Acest studiu se efectuează pentru două cazuri distincte :

— prelucrarea suprafețelor frontale (simple) ;

— prelucrarea suprafețelor sferice.

Rezultatele obținute pot fi, apoi, aplicate la prelucrarea oricărei suprafețe întîlnite în construcția de mașini.

La prelucrarea suprafețelor frontale, la care se utilizează electrozi izolați pe suprafețele laterale, precizia prelucrării depinde de păstrarea cît mai constantă a interstițiului frontal s_{g0}. Mărimea acestui interstițiu se determină cu relația [1] :

$$S_{g0} = \frac{U_E \varkappa V_{ef}}{v_A + B}, \qquad (1)$$

în care :

U_E reprezintă căderea de tensiune în electrolit ;

$\varkappa$ — conductibilitatea specifică a soluției de electrolit ;

V_{ef} — volumul specific efectiv de material dizolvat ;

v_A — viteza de avans a electrodului-sculă ;

B — constantă a materialului prelucrat cu o anumită soluție de electrolit.

Căderea de tensiune în electrolit U_E se obține cu relația :

$$U_E = U - (U_{pol} + U_p), \qquad (2)$$

în care :

U reprezintă tensiunea de lucru aplicată electrozilor sculă și piesă ;

U_{pol} — tensiunea de polarizare ;

U_p — căderea de tensiune în stratul pasiv.

În vederea stabilirii influenței variației parametrilor de prelucrare asupra variației interstițiului frontal s_{g0}, se diferențiază relația (1), V_{ef} și B, fiind constante pentru materialul în care are loc prelucrarea.

$$ds_{g0} = V_{ef}\left[\pm\frac{U_E}{v_A + B}\,d\varkappa \pm \frac{U_E \varkappa}{(v_A + B)^2}\,dv_A \pm \right.$$

$$\left. \pm \frac{\varkappa}{v_A + B}\,dU_E\right] \qquad (3)$$

Conductibilitatea specifică $\varkappa$ este dependentă de tipul soluției de electrolit, temperatura, concentrația și pH-ul acesteia. La o

anumită concentrație și un anumit *pH*, pentru un tip de electrolit, conductibilitatea specifică $\varkappa$ depinde numai de temperatură, conform relației :

$$\varkappa = \varkappa_0 + C_1(T - T_0), \tag{4}$$

unde :

$\varkappa$ este conductibilitatea specifică la temperaturi T ;

$\varkappa_0$ — coductibilitatea specifică la temperatura de referință T_0 ;

C_1 — constantă ce depinde de tipul soluției și de concentrația acesteia.

Ținînd cont de relațiile (2) și (4) și trecînd la valori finite, relația (3) devine :

$$\Delta S_{g0} = V_{ef}\left[\pm\frac{C_1 U_E}{v_A + B}\Delta T \pm \frac{U_E \varkappa}{(v_A + B)^2}\Delta v_A \pm \right.$$

$$\left. \pm \frac{\varkappa}{v_A + B}\Delta U\right] \tag{5}$$

La prelucrarea suprafețelor frontale, de diferite forme, folosind electrozi izolați și raze de racordare $r = 1 \ldots 5$ mm, mărimea interstițiului lateral S_0 se obține cu relația [2] :

$$S_0 = (0{,}1 + S_{g0})\ (0{,}1\,\pi r + 1{,}7) + 0{,}65\ S_{\ell 0} \tag{6}$$

Diferențiind relația (6) și trecînd apoi la valori finite se obține :

$$\Delta S_0 = (0{,}1\,\pi r + 1{,}82)\ \Delta S_{g0}, \tag{7}$$

ce exprimă influența variației interstițiului frontal asupra celui lateral și ca urmare și asupra preciziei prelucrării.

Dacă în relația (7) se introduce relația (5), rezultă :

$$\Delta S_0 = (0{,}1\pi r + 1{,}82)\ V_{ef}\left[\pm\frac{C_1 U_E}{v_A + B}\Delta T \pm \right.$$

$$\left. \pm \frac{U_E \varkappa}{(v_A + B)^2}\Delta v_A \pm \frac{\varkappa}{v_A + B}\Delta U\right], \tag{8}$$

ce reprezintă expresia finală a dependenței dintre variația principalilor parametri de lucru și variația interstițiului lateral care determină precizia prelucrării suprafețelor frontale.

Pentru prelucrarea suprafețelor sferice, dependența dintre mărimea interstițiului normal S_α și parametrii de prelucrare se obține cu relația [1] :

$$S_\alpha = \frac{U_E \varkappa V_{ef}}{v_A \sin\alpha + B}, \tag{9}$$

α — fiind unghiul dintre tangenta la suprafața prelucrată și direcția de avans a electrodului-sculă.

Dacă se diferențiază relația (9) și se trece la valori finite, se obține relația :

$$\Delta S_\alpha = V_{ef}\left[\pm\frac{C_1 U_E}{v_A \sin\alpha + B}\Delta T \pm \right. \tag{10}$$

$$\left. \pm \frac{U_E \varkappa}{(v_A \sin\alpha + B)^2}\Delta v_A \pm \frac{\varkappa}{v_A \sin\alpha + B}\Delta U\right],$$

ce reprezintă dependența dintre variația mărimii interstițiului normal S_α și variația principalilor parametri de prelucrare.

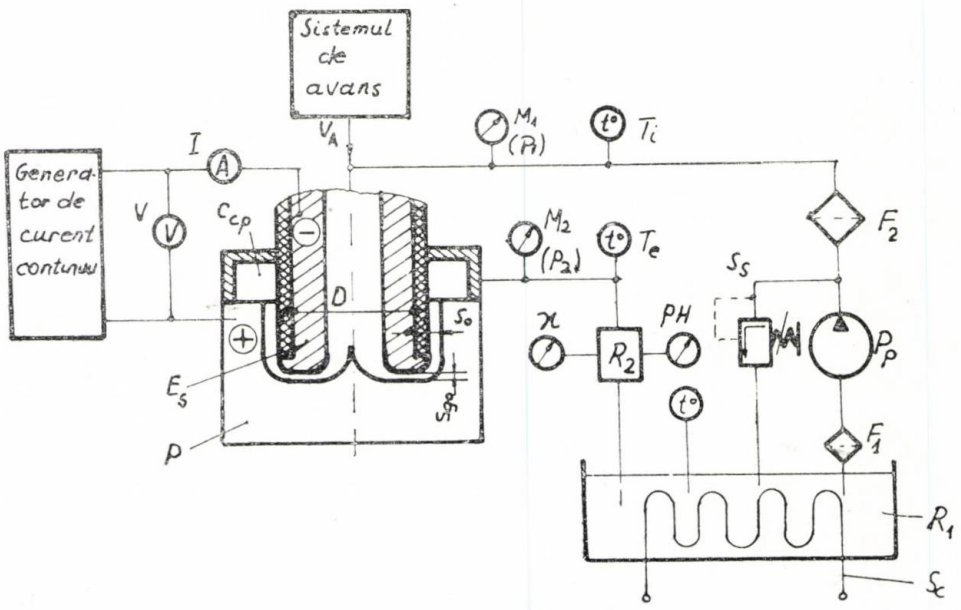


Fig. 1 Schema de principiu a instalației experimentale.

Cercetări experimentale privind influența variației principalilor parametri asupra preciziei prelucrării

Pentru verificarea experimentală a relațiilor (8) și (10), a fost utilizată o instalație electrochimică complexă, existentă în laboratorul de mașini-unelte al Universității din Brașov, a cărei schemă de principiu se prezintă în figura 1.

Generatorul de curent continuu asigură alimentarea cu energie electrică, la un curent a cărei intensitate maximă este de 6000 A și o tensiune reglabilă în intervalul 5 ... 20 V. Circuitul pentru electrolit asigură alimentarea zonei de lucru cu electrolit și cuprinde pompa cu debit constant **P Dc**, supapa de siguranță S_S, filtrele F_1 și F_2, rezervoarele R_1 și R_2, conductele de alimentare și evacuare, camera de contrapresiune **Ccp**.

Instalația este dotată cu un sistem automat de reglare a *pH*-lui soluției, care permite menținerea *pH*-lui în domeniul neutru $7 \pm 0{,}2$. Cercetările au arătat că menținerea *pH*-lui în acest domeniu nu influențează precizia prelucrării.

Instalația mai cuprinde și un sistem de menținere automată a temperaturii electrolitului la intrarea în zona de lucru. Sistemul este format din două încălzitoare electrice, două electrovalve ce opresc sau permit trecerea apei de răcire în schimbătorul de căldură **Sc** și traductorul de temperatură, de tip termometru cu contact. Acest sistem asigură menținerea temperaturii electrolitului, reglată inițial într-un domeniu de $\pm 0{,}5^{0}$C.

Sistemul de avans al electrodului sculă este de tip hidromecanic și permite reglarea continuă a vitezelor tehnologice de avans în domeniul 0,2 ... 5 mm/min.

Pentru determinarea influenței variației principalilor parametri asupra preciziei prelucrării, au fost executate prelucrări de suprafețe frontale, utilizînd electrozi-sculă de forma și dimensiunile prezentate în figura 2, și prelucrări de suprafețe complexe, utilizînd electrozi de forma și cu dimensiunile prezentate în figura 3, pe trei materiale diferite : un aliaj de tip ALZIMAC și două mărci de oțeluri de matrițe, VCW 85 și C 120.

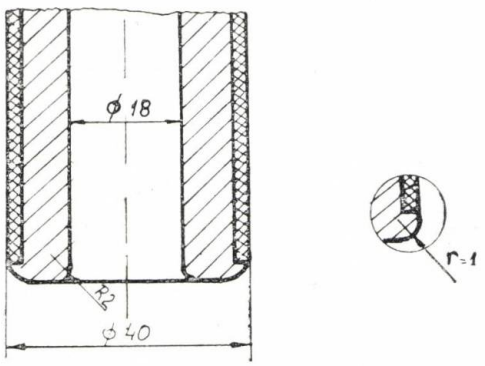


Fig. 2 Electrodul sculă pentru prelucrarea suprafețelor frontale.

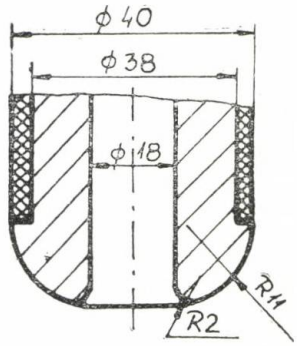


Fig. 3 Electrodul sculă pentru prelucrarea suprafețelor sferice.

Datele electrochimice de bază obținute după o metodică prezentată în lucrările [3] și [4] sînt următoarele :

ALZIMAC : $V_{ef} = 2{,}5$ mm³/A.min ; $U = 2{,}5$ V ; $B = 0$;

VCW 85 : $V_{ef} = 1{,}92$ mm³/A.min ; $U = 4{,}1$ V ; $B = 0$;

C 120 : $V_{ef} = 1{,}6$ mm³/A.min ; $U = 4{,}1$ V ; $B = 0{,}1$ mm/min.

Ca urmare a unor determinări preliminare, s-a constatat că variația temperaturii electrolitului, viteza de avans și variația acesteia au o influență mare asupra preciziei de prelucrare.

În vederea verificării influenței variației temperaturii electrolitului asupra preciziei prelucrării, au fost executate numeroase experimentări, instalația de prelucrat asigurînd următorii parametri :

viteza de avans a electrodului-sculă $v_A = 1$ mm/min ;

tensiunea de lucru $U = 18$ V ;

pH-ul soluției : 7 ; concentrație soluție de electrolit : 20% $NANO_3$;

presiunea electrolitului la intrarea în zona de lucru $p_i = 12$ daN/cm².

presiunea electrolitului la ieșirea din caseta de presiune $p_e = 4$ daN/cm².

Au fost reglate trei valori diferite pentru temperatura electrolitului : 301°K ; 303°K ; 306°K.

Probele obținute la prelucrarea cu electrozi frontali (fig. 4) au fost secționate cu un plan perpendicular pe axa de simetrie, iar cele obținute la prelucrarea cu electrozi sferici (fig. 5), cu un plan longitudinal.

La prelucrarea cu electrozi frontali, din fiecare epruvetă s-au decupat cîte două inele,

care au fost măsurate în două plane perpendiculare unul pe celălalt, rezultatul fiind obținut ca medie a patru măsurări.

La prelucrarea cu electrozi sferici, profilul obținut în urma secționării longitudinale a

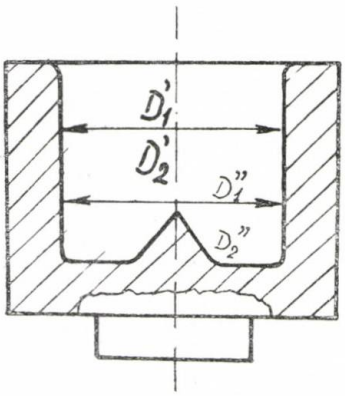


Fig. 4 Probe obținute la prelucrarea suprafețelor frontale.

fost măsurat cu un microscop de atelier tip Carl Zeiss, — pasul măsurării fiind de 2 mm.

Rezultatele măsurărilor, la prelucrarea cu electrozi frontali, sînt prezentate în tabelul 1.

Analizînd rezultatele obținute la prelucrarea suprafețelor frontale, se constată că, în cazul materialelor ușor prelucrabile prin procedeul electrochimic (în cazul de față aliajul ALZIMAC), o variație a temperaturii electrolitului de 1°C determină o variație de 0,01 mm a interstițiului frontal s_{g0} și o variație de 0,02 mm a interstițiului lateral S_0, care determină o precizie a prelucrării de 0,04 mm.

Pentru oțelurile de matrițe VCW 85 și C 120, o variație a temperaturii electrolitului de 1°C determină o precizie a prelucrării de 0,02 mm.

În vederea verificării influenței vitezei de avans asupra preciziei de prelucrare, s-a păstrat constantă temperatura electrolitului la 303°K și s-au reglat trei valori diferite pentru viteza de avans : 0,8 ; 1; 1,2 mm/min.

Rezultatele măsurărilor, la prelucrarea cu electrozi frontali, sînt prezentate în tabelul 2.

Din analiza rezultatelor măsurărilor se constată că asupra preciziei prelucrării variația vitezei de avans are o foarte mare influență. Astfel, o variație de 0,1 mm/min a vitezei de avans (1 mm/min) determină o precizie de 0,25 mm la prelucrarea aliajului ALZIMAC, 0,18 mm la prelucrarea oțelului

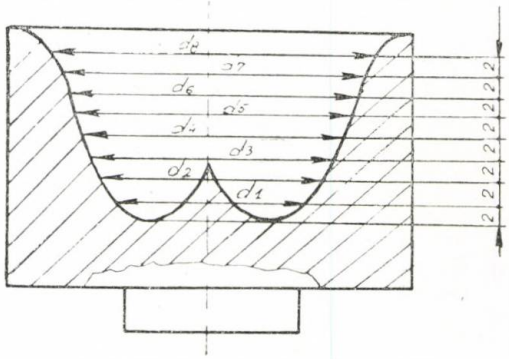


Fig. 5 Probe obținute la prelucrarea suprafețelor sferice.

VCW 85 și 0,14 mm la prelucrarea oțelului C 120. Dar precizia depinde nu numai de stabilitatea sistemului de avans, ci și de valoarea vitezei reglate inițial. La o variație de

Influența temperaturii asupra preciziei de prelucrare (electrozi frontali)

Tabelul 1

Materialul prelucrat	Ti [°K]	$\varkappa$ $\left[\frac{\text{mms}}{\text{cm}}\right]$	I [A]	D [mm]	S_0 [mm]	Sg_0 [mm]	
ALZIMAC	28	157	520	43,04	1,52	0,60	Pt. $\Delta T = 1°C$
ALZIMAC	30	162	520	43,12	1,56	0,62	$\Delta\ Sg_0 = 0{,}01$
ALZIMAC	33	170	520	43,24	1,62	0,66	$\Delta\ S_0 = 0{,}02$ $\Delta\ D = 0{,}04$
VCW 85	28	157	660	42,08	1,04	0,42	Pt. $\Delta T = 1°C$
VCW 85	30	162	660	42,12	1,06	0,43	$\Delta\ Sg_0 = 0{,}005$
VCW 85	32	167	660	42,20	1,10	0,45	$\Delta\ S_0 = 0{,}01$ $\Delta\ D = 0{,}02$
C 120	28	157	880	41,60	0,80	0,31	Pt. $\Delta\ T = 1°C$
C 120	30	162	880	41,64	0,82	0,32	$\Delta\ Sg_0 = 0{,}005$
C 120	33	170	880	41,70	0,85	0,34	$\Delta\ S_0 = 0{,}01$ $\Delta\ D = 0{,}02$

Influenţa vitezei de avans asupra preciziei de prelucrare (electrozi frontali)

Tabelul 2

Materialul prelucrat	V_a [mm/min]	I [A]	D [mm]	S_0 [mm]	Sg_0 [mm]	$\frac{\Delta S_0}{0{,}1}$ [mm] / [mm/min]
ALZIMAC	0,8	420	43,12	1,81	0,76	$\Delta S_0 = 0{,}125$
ALZIMAC	1	520	43,62	1,56	0,62	$\Delta D = 0{,}25$
ALZIMAC	1,2	630	42,64	1,32	0,51	$\Delta V_A = 10\% V_A$
VCW 85	0,8	520	42,50	1,25	0,53	$\Delta S_0 = 0{,}09$
VCW 85	1	660	42,12	1,06	0,43	$\Delta D = 0{,}18$
VCW 85	1,2	730	41,76	0,88	0,39	$\Delta V_A = 10\% V_A$
C 120	0,8	710	41,64	0,96	0,40	$\Delta S_0 = 0{,}07$
C 120	1	880	41,92	0,82	0,32	$\Delta D = 0{,}14$
C 120	1,2	1050	41,38	0,69	0,27	$\Delta V_A = 10\% V_A$

0,1 mm/min, la o viteză iniţială de avans de 2 mm/min, precizia prelucrării devine de 4 ori mai ridicată, căci în relaţiile de calcul viteza de avans v_A se află, la numitor, la puterea a doua, conform relaţiei (8). De exemplu, pentru oţelul VCW 85 precizia devine 0,045 mm.

Pentru verificarea experimentală a relaţiei (10), s-a folosit aceeaşi metodologie de cercetare ca la prelucrarea suprafeţelor fron-

Influenţa temperaturii asupra preciziei de prelucrare (electrozi sferici)

Tabelul 3

Materialul	ph	V_A [mm/min]	Proba I T_i =28°C $\varkappa$ =157 mms/cm	Proba II T_i =30°C $\varkappa$ =162 mms/cm	Proba III T_i =33°C $\varkappa$ =170 mms/cm	Δ d/1°C [mm/1°C]
ALZIMAC	7	1	$d_1 = 32{,}68$ $d_2 = 36{,}80$ $d_3 = 39{,}71$ $d_4 = 41{,}60$ $d_5 = 43{,}00$ $d_6 = 44{,}38$	$d_1 = 32{,}72$ $d_2 = 36{,}84$ $d_3 = 39{,}75$ $d_4 = 41{,}66$ $d_5 = 43{,}09$ $d_6 = 44{,}42$	$d_1 = 32{,}80$ $d_2 = 36{,}89$ $d_3 = 39{,}81$ $d_4 = 41{,}74$ $d_5 = 43{,}22$ $d_6 = 44{,}65$	$\alpha_1 = 55^0$; $\Delta d_m = 0{,}024$ $\alpha_2 = 39{,}57$; $\Delta d_m = 0{,}018$ $\alpha_3 = 27^0$; $\Delta d_m = 0{,}02$ $\alpha_4 = 15{,}88$; $\Delta d_m = 0{,}028$ $\alpha_5 = 5{,}47$; $\Delta d_m = 0{,}044$ $\Delta d_m = 0{,}054$
VCW 85	7	1	$d_1 = 32{,}22$ $d_2 = 36{,}26$ $d_3 = 39{,}02$ $d_4 = 40{,}52$ $d_5 = 41{,}71$ $d_6 = 42{,}02$	$d_1 = 32{,}25$ $d_2 = 36{,}28$ $d_3 = 39{,}08$ $d_4 = 40{,}56$ $d_5 = 41{,}77$ $d_6 = 42{,}07$	$d_1 = 32{,}29$ $d_2 = 36{,}32$ $d_3 = 39{,}08$ $d_4 = 40{,}61$ $d_5 = 41{,}86$ $d_6 = 42{,}15$	$\alpha_1 = 55^0$; $\Delta d_m = 0{,}014$ $\alpha_2 = 39{,}57$; $\Delta d_m = 0{,}012$ $\alpha_3 = 27^0$; $\Delta d_m = 0{,}012$ $\alpha_4 = 15{,}88$; $\Delta d_m = 0{,}018$ $\alpha_5 = 5{,}47$; $\Delta d_m = 0{,}03$ $\Delta d_m = 0{,}026$
C 120	7	1	$d_1 = 31{,}82$ $d_2 = 36{,}05$ $d_3 = 38{,}82$ $d_4 = 40{,}82$ $d_5 = 41{,}75$ $d_6 = 42{,}65$	$d_1 = 31{,}84$ $d_2 = 36{,}07$ $d_3 = 38{,}84$ $d_4 = 40{,}84$ $d_5 = 41{,}78$ $d_6 = 42{,}69$	$d_1 = 31{,}87$ $d_2 = 36{,}10$ $d_3 = 38{,}88$ $d_4 = 40{,}89$ $d_5 = 41{,}82$ $d_6 = 42{,}75$	$\alpha_1 = 55^0$; $\Delta d_m = 0{,}01$ $\alpha_2 = 39{,}57$; $\Delta d_m = 0{,}01$ $\alpha_3 = 27^0$; $\Delta d_m = 0{,}012$ $\alpha_4 = 15{,}88$; $\Delta d_m = 0{,}014$ $\alpha_5 = 5{,}47$; $\Delta d_m = 0{,}014$ $\Delta d_m = 0{,}02$

Influența vitezei de avans asupra preciziei de prelucrare
(electrozi sferici)

Tabelul 4

Materialul	T_i [°C]	pH	Proba I V_A =0,8 mm/min $\varkappa$ =162 mms/cm	Proba II V_A =1 mm/min $\varkappa$ =162 mms/cm	Proba III V_A =1,2 mm/min $\varkappa$ =162 mms/cm	$\frac{\Delta d_m}{0{,}1 \text{ mm/min}}$ [mm]
ALZIMAC	30	7	$d_1 = 33{,}22$ $d_2 = 37{,}52$ $d_3 = 40{,}35$ $d_4 = 42{,}58$ $d_5 = 44{,}28$ $d_6 = 45{,}76$	$d_1 = 32{,}72$ $d_2 = 36{,}84$ $d_3 = 39{,}75$ $d_4 = 41{,}66$ $d_5 = 43{,}09$ $d_6 = 44{,}42$	$d_1 = 32{,}52$ $d_2 = 36{,}32$ $d_3 = 39{,}15$ $d_4 = 40{,}92$ $d_5 = 41{,}89$ $d_6 = 43{,}51$	$\alpha_1 = 55^0$; $\Delta d_m = 0{,}175$ $\alpha_2 = 39{,}57$; $\Delta d_m = 0{,}3$ $\alpha_3 = 27^0$; $\Delta d_m = 0{,}3$ $\alpha_4 = 15{,}88$; $\Delta d_m = 0{,}41$ $\alpha_5 = 5{,}47$; $\Delta d_m = 0{,}6$ $\Delta d_m = 0{,}62$
VCW 85	30	7	$d_1 = 32{,}56$ $d_2 = 36{,}58$ $d_3 = 39{,}42$ $d_4 = 41{,}17$ $d_5 = 42{,}36$ $d_6 = 42{,}46$	$d_1 = 32{,}25$ $d_2 = 36{,}28$ $d_3 = 39{,}04$ $d_4 = 40{,}56$ $d_5 = 41{,}77$ $d_6 = 42{,}07$	$d_1 = 31{,}91$ $d_2 = 35{,}95$ $d_3 = 38{,}64$ $d_4 = 40{,}01$ $d_5 = 40{,}71$ $d_6 = 41{,}70$	$\alpha_1 = 55^0$; $\Delta d_m = 0{,}16$ $\alpha_2 = 39{,}57$; $\Delta d_m = 0{,}15$ $\alpha_3 = 27^0$; $\Delta d_m = 0{,}19$ $\alpha_4 = 15{,}88$; $\Delta d_m = 0{,}29$ $\alpha_5 = 5{,}47$; $\Delta d_m = 0{,}42$ $\Delta d_m = 0{,}42$
C 120	30	7	$d_1 = 32{,}08$ $d_2 = 36{,}27$ $d_3 = 39{,}10$ $d_4 = 41{,}50$ $d_5 = 42{,}32$ $d_6 = 43{,}10$	$d_1 = 31{,}84$ $d_2 = 36{,}07$ $d_3 = 38{,}84$ $d_4 = 40{,}84$ $d_5 = 41{,}78$ $d_6 = 42{,}69$	$d_1 = 31{,}59$ $d_2 = 35{,}88$ $d_3 = 38{,}54$ $d_4 = 40{,}56$ $d_5 = 41{,}18$ $d_6 = 42{,}08$	$\alpha_1 = 55^0$; $\Delta d_m = 0{,}12$ $\alpha_2 = 39{,}57$; $\Delta d_m = 0{,}1$ $\alpha_3 = 27^0$; $\Delta d_m = 0{,}14$ $\alpha_4 = 15{,}88$; $\Delta d_m = 0{,}24$ $\alpha_5 = 5{,}47$; $\Delta d_m = 0{,}28$ $\Delta d_m = 0{,}28$

tale. Rezultatele obținute la verificarea influenței variației temperaturii asupra preciziei prelucrării se prezintă în tabelul 3, iar cele obținute la verificarea influenței variației vitezei de avans asupra preciziei prelucrării, în tabelul 4.

Analizînd rezultatele obținute la prelucrarea cu electrozi sferici, se constată că o variație de 1°C a temperaturii electrolitului determină precizii de prelucrare cuprinse între 0,054 mm, pentru aliajul ALZIMAC, și 0,02 mm, pentru oțelul C 120, iar o variație de 0,2 mm/min, la o viteză reglată de 1 mm/min ($\Delta v_A = 10\%\ v_A$), determină precizii de prelucrare cuprinse între 0,56 mm, pentru aliajul ALZIMAC, și 0,26 pentru oțelul C 120.

Concluzii

Relațiile de calcul stabilite sînt corecte, valabilitatea lor fiind confirmată de rezultatele experimentale.

Pentru obținerea unor precizii ridicate la prelucrarea prin eroziune electrochimică, trebuie ca instalația să asigure, prin sistemul său de reglare automată, o temperatură cît mai constantă a electrolitului, variația maximă admisă fiind de $\pm 0{,}5$°C. De asemenea, sistemul de avans trebuie să asigure o viteză de avans cît mai constantă, variații mai mari ca 1% determinînd precizii cuprinse între 0,012 mm și 0,042 mm, la prelucrarea oțelurilor de matrițe.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Ivan, M., Cristian I.:* Creșterea temperaturii electrolitului în zona de lucru, un nou criteriu de stabilire a vitezei de avans la prelucrarea electrochimică. În: Studii și cercetări de mecanică aplicată. Tom. 38, nr. 4, 1979, p. 603—616.

[2] *Pahl, D.:* Über die Abbildungsgenauigkeit beim elektrochemischen Senken. Lucrare de doctorat, T. H. Aachen, 1965, p. 47.

[3] *Ivan, M., Rusan, Gl.:* Cercetări privind determinarea parametrilor tehnologici la prelucrarea electrochimică a oțelului de matrițe VCW 85. În: A II-a Conferință de tehnologii noi în construcția de mașini, Universitatea din Galați, 1977.

[4] *Ivan, M., Rusan, Gl., Cristian, I.:* Cercetări privind determinarea parametrilor tehnologici la prelucrarea electrochimică a oțelului VMoCN 17. În: Buletinul Universității din Brașov, 1978, p. 139—146.

CZ : 621.923.4:541.13

Optimizarea globală a principalilor parametri de lucru la rectificarea electrochimică-abrazivă, cu apăsare constantă, a aliajelor dure sinterizate

Şef lucr. dr. ing. Nicolae **GHERGHEL**, conf. dr. ing. B. **PLAHTEANU**, asist. ing. I. **TOFAN**, asist. ing. Doru **LEPADATU** — Institutul politehnic Iaşi

Introducere

Rectificarea electrochimică-abrazivă constituie una din tehnologiile neconvenţionale, de prelucrare a metalelor ce capătă o extindere din ce în ce mai mare, în special la ascuţirea şi reascuţirea sculelor aşchietoare din aliaje dure, sinterizate sau armate cu astfel de aliaje.

Această extindere este justificată de înaltele performanţe pe care le-a atins procedeul de rectificare electrochimică-abrazivă, precum şi de perspectivele de dezvoltare ale acestuia. Însă, înaltele performanţe ale procedeului se obţin numai în condiţiile exploatării raţionale a instalaţiilor respective şi, în primul rînd, prin utilizarea unor parametri optimi de lucru.

În acest articol se prezintă, sintetic, rezultatele cercetărilor teoretico-experimentale efectuate de autori, la Catedra de maşini-unelte şi scule a I.P. Iaşi, privind optimizarea globală a principalilor parametri de lucru la rectificarea electrochimică-abrazivă, cu apăsare constantă, a aliajelor dure sinterizate, utilizate cu frecvenţă mare în construcţia sculelor aşchietoare.

S-a luat în studiu ascuţirea electrochimică-abrazivă cu apăsare constantă, cu discuri cu diamant de tip oală şi avansul longitudinal realizat de masa port-sculă de ascuţit (fig. 1), schemă ce modelează ascuţirea pe faţa de degajare a cuţitelor disc profilate. Rezultatele cercetărilor rămîn valabile în toate cazurile, în care se păstrează modul de pătrundere a soluţiei de electrolit între electrozi şi poziţia suprafeţei de contact faţă de sistemul de referinţă al maşinii-unelte.

Metodologia de cercetare

Pentru cercetările întreprinse, s-a propus o metodologie ce are la bază abordarea sistematică a proceselor de prelucrare mecanică. Astfel, pe baza analizei amănunţite a procesului, s-a elaborat structura generală a sistemului (procesului) de rectificare electrochimică-abrazivă, ce conţine ca mărimi de intrare parametrii de lucru, iar ca mărimi de ieşire, criteriile de evaluare a performanţelor procesului.

Plecînd de la condiţiile în care se utilizează pe scară industrială procedeul de ascuţire electrochimică abrazivă de la cerinţele şi particularităţile operaţiei de ascuţire a sculelor aşchietoare, precum şi de la particularităţile specifice procesului de rectificare electrochimică-abrazivă, s-a stabilit structura sistemului (procesului) supus optimizării (fig. 2), asociată schemei din figura 3. Sistemul conţine, ca mărimi de intrare, următorii parametri de lucru consideraţi principali :

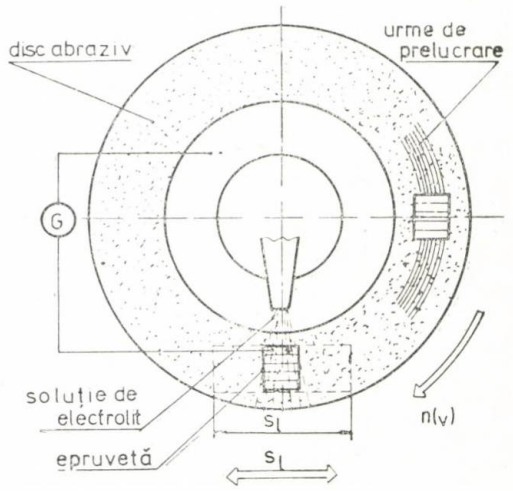


Fig. 1 Schema procedeului de ascuţire electrochimică-abrazivă luat în studiu.

densitatea de curent — i [A/cm²] ;
presiunea de contact — p [daN/cm²] ;
viteza discului abraziv — v [m/s] ;
avansul longitudinal — s_l [c.d./min] ;
Înălţimea suprafeţei de contact disc abraziv — sculă de ascuţit — h [mm],

iar ca mărimi de ieşire, următoarele criterii primare :

volumul total de material îndepărtat — V [cm³];
volumul de disc abraziv uzat — V_u [cm³] ;

timpul total de lucru — t [min.] ;
forța normală — P_N [daN] ;
forța tangențială — P_T [daN] ;
temperatura soluției de electrolit — T_E [°C] ;
rugozitatea suprafeței prelucrate — R_a [μm] ;
rotunjirea muchiilor — ρ [μm].

Drept criteriu de optimizare, s-a ales costul specific total al prelucrării, considerînd că, în condițiile asigurării cerințelor de precizie și calitate impuse, acesta constituie informația cea mai completă asupra eficacității

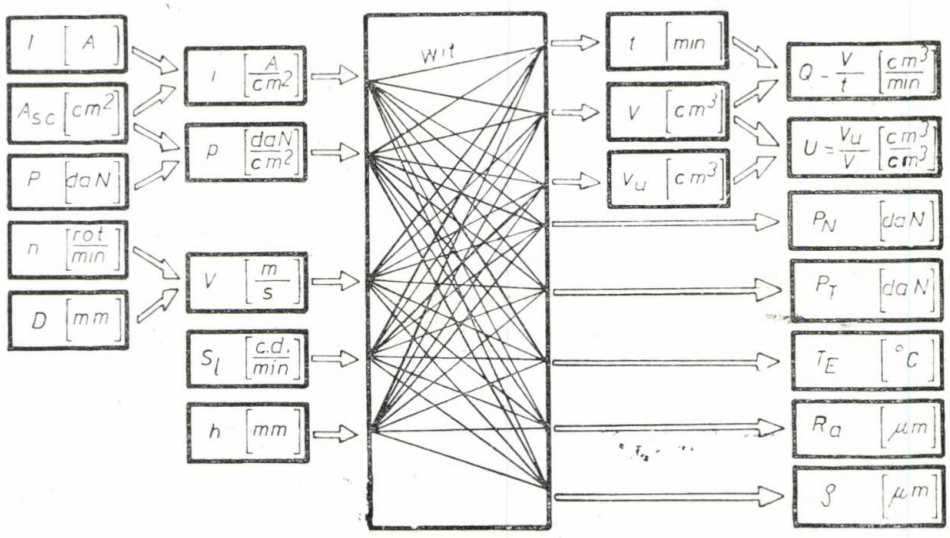


Fig. 2 Structura sistemului de rectificare electrochimică-abrazivă supus optimizării.

Pe baza acestor criterii primare se stabilesc celelalte criterii derivate, reclamate de studiul de optimizare propus și anume : viteza de îndepărtare a materialului (productivitatea economice a procesului. Relațiile restrictive țin seama de posibilitățile cinematice și de forță ale mașinii, de posibilitățile generatorului de curent continuu, de posibilitățile de

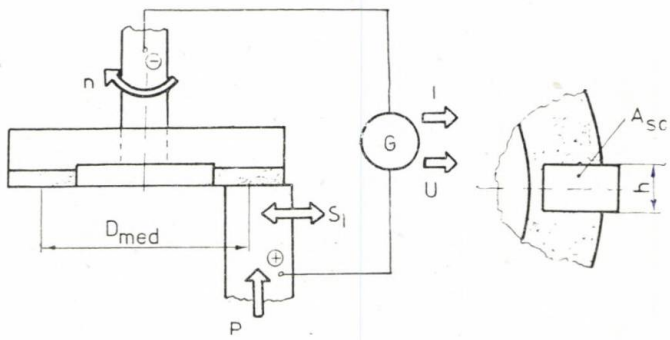


Fig. 3 Schema procedeului de rectificare electrochimică-abrazivă supus optimizării.

prelucrării) — Q [cm³/min.] și uzura specifică (relativă) a discului abraziv — U [cm³ disc abraziv uzat/cm³ material îndepărtat].

Pe baza structurii sistemului (fig. 2), s-a elaborat un model matematic pentru optimizarea globală a principalilor parametri de lucru la ascuțirea electrochimică-abrazivă, cu apăsare constantă, pe baza teoriei programării matematice. Structura generală a modelului matematic propus este redată în figura 4.

contact disc-abraziv-sculă de ascuțit, de buna desfășurare a procesului de ascuțire electrochimică-abrazivă, precum și de cerințele operației de ascuțire a sculelor așchietoare.

După transpunerea în formă analitică, s-a ajuns la următorul model matematic :

$$C_t = \frac{1}{60}(1 + f_D + f_G) \cdot C_s \cdot \qquad (1)$$

$$\cdot \frac{1}{C_Q \cdot i^{\alpha_Q} \cdot p^{\beta_Q} \cdot v^{\gamma_Q} \cdot s_l^{\varphi_Q} \cdot h^{\xi_Q}} \text{ [lei/cm}^3\text{]} \rightarrow \min.$$

$$i^{\alpha_{PT}} \cdot p^{\beta_{PT}} \cdot v^{\gamma_{PT}} \cdot s_l^{\varphi_{PT}} \cdot h^{\xi_{PT}} \leqslant \frac{\pi \cdot 1950}{C_{P_T}} \cdot N_m \cdot \eta \tag{2}$$

$$v \geqslant v_{\min} = \frac{\pi \cdot (D_{med})_{min} \cdot n_{min}}{60 \cdot 1000} \tag{3}$$

$$v \leqslant v_{\max} = \frac{\pi \cdot (D_{med})_{max} \cdot n_{max}}{60 \cdot 1000} \tag{4}$$

$$s_1 \geqslant s_{l\,\min} \tag{5}$$

$$s_1 \leqslant s_{l\,\max} \tag{6}$$

$$\leqslant \frac{1}{C_{T_E}} \cdot T_{E\,\max\,admis} \tag{13}$$

(14)

$$i^{\alpha_U} \cdot p^{\beta_U} \cdot v^{\beta_U} \cdot s_l^{\varphi_U} \cdot h^{\xi_U} \leqslant \frac{1}{C_U} \cdot U_{\max\,admis}$$

$$i^{\alpha_{PN}} \cdot p^{\beta_{PN}} \cdot v^{\gamma_{PN}} \cdot s_l^{\varphi_{PN}} \cdot h^{\xi_{PN}} \leqslant$$

$$\leqslant \frac{2}{C_{P_N}} \cdot \frac{\delta}{D_3 \cdot l \cdot a} \cdot E \cdot I_2 \tag{15}$$

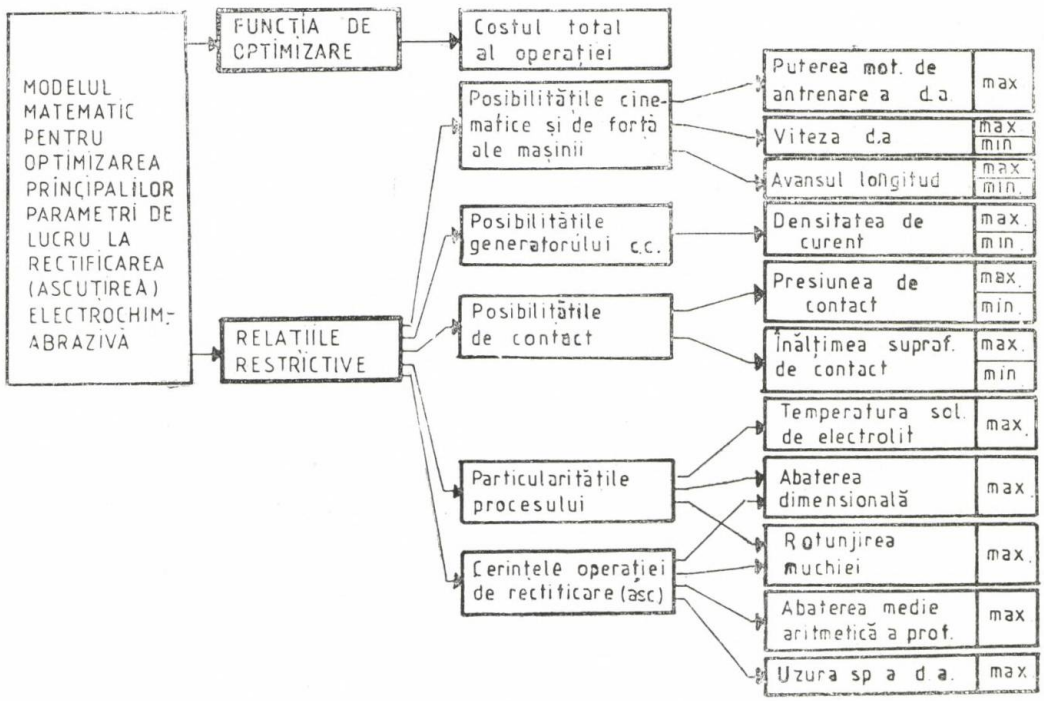


Fig. 4 Structura generală a modelului matematic propus pentru optimizarea globală a principalilor parametri de lucru la ascuțirea electrochimică-abrazivă cu apăsare constantă.

$$i \geqslant i_{\min} = \frac{I_{\min}}{A_{sc\,\max}} \tag{7}$$

$$i \leqslant i_{\max} = \frac{I_{\max}}{A_{sc\,\min}} \tag{8}$$

$$p \geqslant p_{\min} = \frac{P_{\min}}{A_{sc\,\max}} \tag{9}$$

$$p \leqslant p_{\max} = \frac{P_{\max}}{A_{sc\,\min}} \tag{10}$$

$$h \geqslant h_{\min} \tag{11}$$

$$h \leqslant h_{\max} \tag{12}$$

$$i^{\alpha_{TE}} \cdot p^{\beta_{TE}} \cdot v^{\gamma_{TE}} \cdot s_l^{\varphi_{TE}} \cdot h^{\xi_{TE}} \leqslant$$

$$i^{\alpha_\rho} \cdot p^{\beta_\rho} \cdot v^{\gamma_\rho} \cdot s_l^{\varphi_\rho} \cdot h^{\xi_\rho} \leqslant \frac{1}{C_\rho} \cdot \rho_{admis} \tag{16}$$

(17)

$$i^{\alpha_{Ra}} \cdot p^{\beta_{Ra}} \cdot v^{\gamma_{Ra}} \cdot s_l^{\varphi_{Ra}} \cdot h^{\xi_{Ra}} \leqslant \frac{1}{C_{Ra}} \cdot (Ra)_{admis}$$

În relațiile (1)—(17), pe lîngă notațiile specificate, mai intervin :

C_t — costul specific total al prelucrării [lei/cm³];

C_s — costul specific pentru retribuire [lei/cm³];

f_D — fracțiunea din costul specific pentru retribuire, ce reprezintă rostul specific al discului abraziv ;

f_G — fracțiunea din costul specific pentru retribuire, ce reprezintă costul specific general ;

N_m — puterea disponibilă a motorului de antrenare a discului abraziv, [kW] ;

η — randamentul mecanic al transmisiei motor antrenare-arbore port-disc abraziv ;

D_{med} — diametrul mediu al suprafeței active a discului abraziv de tip oală, [mm] ;

n — turația arborelui port-disc abraziv, [rot/min] ;

I — intensitatea curentului continuu admis de generatorul de c.c., [A] ;

A_{sc} — aria suprafeței de contact disc abraziv-sculă de ascuțit, [cm²] ;

P forța (apăsarea) admisă de construcția mașinii, [daN] ;

ρ — abatarea dimensională admisibilă, [mm] ;

D_3 — diametrul exterior al suprafeței frontale active a discului abraziv de tip oală, [mm] ;

a — distanța de la suprafața frontală activă a discului abraziv de tip oală pînă la lagărul din față al arborelui port-disc abraziv, [mm] ;

l — distanța dintre lagărele arborelui port-disc abraziv, [mm] ;

E — modulul de elasticitate longitudinal al materialului arborelui port-disc abraziv, [N/mm²] ;

I_2 — momentul de inerție al arborelui port-disc abraziv, [mm⁴] ;

C — constante ;

α, β, γ, φ, ξ — exponenți.

Pentru ca modelul să devină operant, s-a impus necesitatea determinării constantelor și exponenților ce intervin în relațiile empirice, de formă politropică, propuse pentru dependențele criteriilor de evaluare a performanțelor procesului de ascuțire electrochimică-abrazivă, funcție de parametrii de lucru supuși optimizării, deoarece literatura de specialitate consultată nu oferă astfel de relații. Relațiile cunoscute, fie că reprezintă legi ale electrochimiei, neținînd, deci, seama de componenta abrazivă a procesului, fie că sînt deduse pe cale teoretică, avînd mai mult un caracter calitativ, fie că sînt deduse pe cale teoretico-experimentală, dar țin seama de un număr redus de parametri (cel mai adesea, de unul singur), iar pentru o serie de criterii, lipsesc în totalitate.

Pentru determinarea constantelor și exponenților respectivi, s-a apelat la identificarea parțială, pe baza metodei celor mai mici pătrate, iar pentru aplicarea metodei, s-a proiectat un experiment după o metodă optimizată de cercetare și anume metoda experimentului multifactorial activ programat de tipul compozitiv rotabil parțial (de ordinul I, la două nivele).

Drept epruvete, s-au utilizat plăcuțe așchietoare din aliaje dure sinterizate românești (fig. 5), din grupele de utilizare P 10, P 20, P 30, folosite la prelucrarea oțelurilor în general. Forma plăcuțelor a permis menținerea constantă a ariei suprafeței de contact dintre discul abraziv și epruvetă, precum și variația comodă a înălțimii acestei suprafețe, ascuțirea făcîndu-se pe una din suprafețele

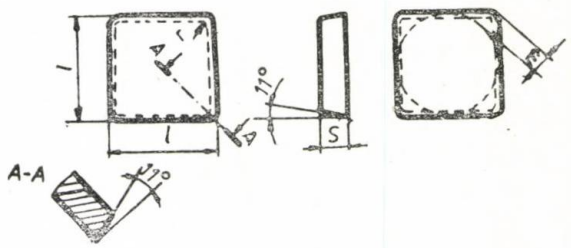


Fig. 5 Plăcuțele așchietoare utilizate ca epruvete.

laterale mici după îndreptarea prealabilă a acestora prin rectificare cu un disc cu diamant. S-au supus cercetării discurile cu diamant sub formă de oală (fig. 6), realizate în

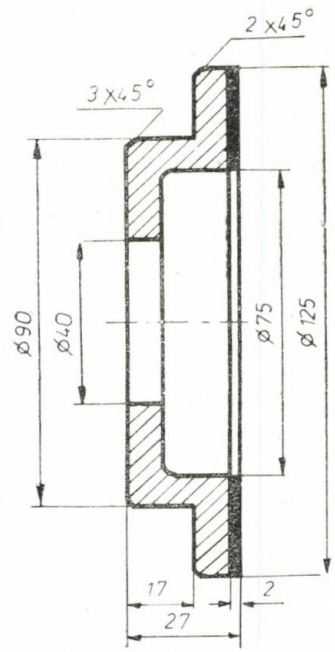


Fig. 6 Discurile abrazive supuse cercetării.

țară, cu caracteristicile de bază apropiate de cele optime furnizate de cercetările asupra procesului de rectificare convențională și electrochimică-abrazivă. Discurile au fost supuse cercetării, după ce profilul acestora a atins stadiul optim de uzură. De asemenea, s-a supus cercetării o soluție de electrolit asimilată în țară, compusă din 60 l apă încălzită la 70°C, 4,160 kg. azotit de sodiu și 1,800 kg. sodă calcinată. Debitul soluției de electrolit a fost de 3 l/min. Cercetările experimentale s-au efectuat pe o mașină de ascuțit după principiul electrochimic-abraziv, de tipul Agathon — 125 SEV-Elveția, din dotarea I. R. Bîrlad. Din necesități de cercetare, ma-

șina a fost completată cu un variator de turație cu curele late, cu un redresor-transformator de c.c. și cu un dispozitiv pentru realizarea apăsării constante.

Pentru asigurarea recoltării unor date comparabile, semnificative pentru practică, s-a utilizat metodologia pentru care propunem denumirea de „prelucrare în condiții de contact, constante" ce constă în menținerea constantă, în tot timpul cercetării, a formei, ariei și poziției suprafeței de contact epruvetă-disc abraziv, față de sistemul de referință, al mașinii-unelte, precum și a forței de apăsare. Modificarea ariei suprafeței de contact trebuie să se facă prin modificarea dimensiunii acesteia în direcția vitezei periferice a discului abraziv, cu modificarea corespunzătoare a forței de apăsare, încît să se mențină constantă presiunea de contact. De asemenea, trebuie ținut seama că, mai ales, la rectificarea (ascuțirea) electrochimică-abrazivă, forța reală de așchiere pe direcția forței de apăsare constantă este diferită de forța de apăsare, datorită forței date de presiunea gazelor ce iau naștere în procesul de dizolvare anodică. Pentru aplicarea metodologiei menționate, s-a utilizat un dispozitiv special ce constituie o invenție a autorului (brevet R.S.R. nr. 67.940). Acesta permite și măsurarea tensometrică a forței normale (pe direcția apăsării constante).

Pentru măsurarea forțelor tangențiale, s-a utilizat un dinamometru tensometric tridirecțional, ce constituie, de asemenea, o invenție a autorului (brevet R.S.R. nr. 72.124). Dintre metodologiile de evaluare a uzurii discurilor cu diamant, s-a utilizat cea care constă în determinarea volumului de disc abraziv uzat, pe baza suprafeței medii cuprinsă între două linii poligonale de profil, înregistrate prin palparea, punct cu punct, a suprafeței active a discului, înainte și după prelucrare. În acest scop, s-a utilizat un dispozitiv special de construcție proprie. Pentru măsurarea temperaturii soluției de electrolit, s-a utilizat o instalație proprie ce are la bază termocuplul artificial, care se remarcă prin modul de

Valorile coeficienților și exponenților modelelor matematice ale principalelor criterii de evaluare a performanțelor procesului de rectificare (ascuțire) electrochimică-abrazivă cu apăsare constantă

Tabelul 1

Criteriul	Simbol	Unit. de măs.	Mat.	Constanta C	Exponentul				
					α	β	γ	φ	ξ
Viteza de îndepărtare a materialului	Q	$\left[\frac{cm^3}{min.}\right]$	P_{10}	0,037	0,16	0,16	0,04	—0,09	0,05
			P_{20}	0,039	0,15	0,15	0,04	—0,08	0,05
			P_{30}	0,031	0,17	0,17	0,05	—0,09	0,06
Abaterea medie aritmetică a profilului	R_a	[μm]	P_{10}	0,066	0,26	—0,26	—0,29	0,20	0,14
			P_{20}	0,078	0,33	—0,22	—0,27	0,20	0,13
			P_{30}	0,036	0,45	—0,28	—0,34	0,27	0,20
Temperatura soluției de electrolit	T_E	[°C]	P_{10}	7,603	0,37	0,20	—0,09	0,12	0,11
			P_{20}	6,012	0,39	0,20	—0,09	0,13	0,12
			P_{30}	10,617	0,32	0,17	—0,07	0,11	0,10
Forța tangențială	P_T	[daN]	P_{10}	1,066	—0,36	0,85	—0,04	0,29	0,05
			P_{20}	1,011	—0,35	0,83	—0 07	0,33	0,07
			P_{30}	1,445	—0,26	0,69	—0,06	0,24	0,06
Forța normală	P_N	[daN]	P_{10}	2,710	—0,37	0,39	—0,10	0,33	0,08
			P_{20}	2,133	—0,41	0,94	—0,09	0,36	0,09
			P_{30}	2,958	—0,32	0,80	—0,09	0,28	0,08
Uzura specifică	U	$\left[\frac{cm^3}{cm^3}\right]$	P_{10}	0,004	—0,16	0,24	—0,08	0,08	0,08
			P_{20}	0,003	—0,19	0,28	—0,10	0,10	0,10
			P_{30}	0,005	—0,12	0,18	—0,06	0,06	0,06
Rotunjirea muchiei	ρ	[μm]	P_{10}	5,188	0,50	—0,23	—0,16	0,16	0,09
			P_{20}	5,370	0,49	—0,20	—0,14	0,15	0,09
			P_{30}	2,754	0,62	— 0,29	—0,26	0,26	0,10

Valorile optime ale principalilor parametri de lucru la rectificarea (ascuțirea) electrochimică abrazivă cu apăsare constantă

Tabelul 2

Materialul	Parametrii optimi de lucru					C [lei/cm³]
	i [A/cm²]	P [daN/cm²]	V [m/s]	S_l [c.d./min]	h [mm]	
P 10	66,803	24,000	31,200	4,000	3,000	4,138
P 20	66,803	24,000	31,200	4,000	3,000	2,121
P 30	66,803	16,027	31,200	4,000	3,000	4,852
Parametrii de lucru indicați în literatura de specialitate	2—4 [6] 50—70 [6] ≤60 [11] 80—130 [4] 100 [2] 130—160 [4]	1—15 [6] ≤5 [2] ≤6 [11] 6—10 [7] 7—10 [6] 10—15 [3] 15—20 [6]	18 [11] 20 [2] 20—30 [1] 20—30 [12] 20—30 [13] 25 [1] 25—30 [1] 25—35 [6] ≤45 [1]	30—90 [6] 50—70 [6] 50—70 [3] 60—120 [2] 65—70 [10]	≤20 [5] ≤25 [10]	

realizare a locașurilor pentru introducerea termoelectrozilor în plăcuțele aşchietoare din aliaje dure sinterizate, utilizate ca epruvete. Pentru determinarea vitezei de îndepărtare a materialului, pentru măsurarea rugozității suprafeței prelucrate și a rotunjirii muchiilor, s-a apelat la calcule și la aparatura existentă în dotarea laboratorului de măsurări tehnice al Catedrei de mașini-unelte și scule a I.P. Iași și a laboratorului central al I. R. Bîrlad.

Rezultate. Concluzii

După prelucrarea datelor, recoltate conform metodologiei expuse, s-au obținut coeficienții și exponenții modelelor matematice ale principalelor criterii de evaluare a performanțelor procesului de rectificare (ascuțire) electrochimică abrazivă cu apăsare constantă (tab. 1) ce intră în modelul de optimizare propus, relațiile (1÷17).

Din analiza datelor din tabelul 1, se constată diferențe semnificative între constantele C, specifice unei anumite grupe de utilizare a aliajelor dure sinterizate, diferențe ce se datoresc compoziției chimice diferite a acestora și în special a conținutului de carbură de wolfram. În ce privește exponenții, se remarcă o bună concordanță pentru toate cele trei grupe de utilizare, ceea ce dovedește că alura fenomenelor se păstrează.

Pentru efectuarea calculelor reclamate de prelucrarea datelor experimentale, s-a elaborat o schemă logică, pe baza căreia s-a întocmit programul în limbaj FORTRAN, program ce a fost rulat pe calculatorul „Felix C 256", în cadrul Centrului de calcul al Universității „Al. I. Cuza" din Iași.

După determinarea constantelor și exponenților s-au determinat parametrii optimi de lucru, în procesul de rectificare (ascuțire) a sculelor aşchietoare armate cu plăcuțe din aliaje dure sinterizate românești, aparținînd grupelor de utilizare P 10, P 20, P 30, pe mașina „Agathon 125-SEV", echipată cu dispozitivul pentru prelucrarea în condiții de contact, constante, menționat anterior. Pentru rezolvarea modelului matematic de optimizare propus (relațiile 1÷17), particularizat pentru situația considerată, s-a elaborat schema logică pe baza căreia a fost întocmit un program de calcul în limbaj FORTRAN, program ce a fost rulat pe calculatorul „Felix C 256", în cadrul Centrului de calcul al Universității „Al. I. Cuza" din Iași.

Valorile optime obținute pentru principalii parametri de lucru la rectificarea (ascuțirea) electrochimică-abrazivă, cu apăsare constantă (tab. 2), probează superioritatea metodei de determinare globală a parametrilor optimi de lucru, pe baza teoriei programării matematice, și sînt de un real folos în exploatare, la alegerea corectă a parametrilor de lucru pentru asigurarea cerințelor operațiilor de ascuțire a sculelor aşchietoare, precum și în concepția și proiectarea instalațiilor, mașinilor și dispozitivelor pentru rectificarea (ascuțirea) electrochimică-abrazivă.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Becker-Barbroc, U.:* Untersuchung des Elektrochemischen schleifens von Hartmetall und Schnellarbeitsstahl, Diss., T.H. Aachen, 1966.

[2] *Bernard, J., Smith J.-K.:* L'affutage électrolytique, Mach. mod., 63, nr. 724, 1969, pag. 63—64.

[3] *Bonoiu, V.:* Scule diamantate pentru prelucrări de finisare, MICMG—ODPT, august, 1973.

[4] *Constantinescu, V.:* Contribuții la elaborarea materialelor abrazive cu lianți metalici, Rezumatul tezei de doctorat, I.P. Cluj, 1972.

[5] *Enache, Șt.:* Tehnologia ascuțirii și netezirii sculelor așchietoare, Ed. tehnică, Buc., 1973.

[6] *Gavrilaș, I., Drăguț, E., Vieru, A., Bonoiu, V.:* Tehnologii de prelucrare cu scule din materiale dure și extradure, Ed. tehnică, Buc., 1977.

[7] *Gherghel, N.:* Tehnologii moderne de ascuțire a sculelor așchietoare. Studiu monografic, 128 pag., 46 figi, 9 tabele, 286 ref. bibl., Iași, 1976.

[9] *Gherghel, N.:* Contribuții teoretice și experimentale privind optimizarea regimurilor de ascuțire prin abrazare electrochimică a sculelor așchietoare armate cu plăcuțe din carburi metalice, Teză de doctorat, I.P. Iași, 1979.

[10] *Hughes, F., Notter, A.:* Intérêt de l'affutage électrolytique à la meule diamant, Mach. mod., 1969, 63, nr. 724, pag. 19—32.

[11] *Marten, K. H.:* Untersuchungen des elektrochemischen Schleifens von Hartmetall, Diss., T.U. Braunschweig, 1967.

[12] *Nanu, A.:* Tehnologia materialelor, E.D.P., Buc., 1972.

[13] *Veroman, V. Iu.:* Electroalmaznaia obrabotka tverdogo splava, Stanki i instrument, nr. 8. 1963, pag. 26—29.

CZ : 541.3

Contribuții la proiectarea proceselor tehnologice și a dispozitivelor de lucru pentru debavurarea electrochimică

Ing. Eugeniu **POPA**, ing. Ruxandra **DIMITRIU**, ing. Gheorghe **ORĂȘANU** — I.C.T.C.M. București

Introducere

Complexitatea unor instalații și mașini-unelte fabricate în prezent, diversificarea aparatajului pneumo-hidraulic, creșterea nomenclaturii metalelor și aliajelor au condus și la apariția unor repere complexe care comportă o serie de intersecții, de muchii interioare sau exterioare cu bavuri, care au impus extinderea procedeelor moderne de debavurare.

Dezvoltarea industriei de automobile și tractoare, precum și diversificarea organelor de mașini, au condus, de asemenea, la apariții de repere care comportă muchii exterioare de configurații complexe cu bavuri rezultate în urma procesului de așchiere.

Fiabilitatea acestora și în special a elementelor de aparataj pneumo-hidraulic a devenit o problemă de interes major pentru construcția de mașini.

În procesul de prelucrare prin așchiere a diverselor repere, apar bavuri diferite ca mărime și orientare, funcție de procedeul folosit, de avansul de lucru de uzura sculelor așchietoare etc.

În cazul operației de găurire în figura 1, se prezintă modul de formare a bavurii în condițiile folosirii avansului manual și mecanic. În figura 1, a, se prezintă situația înainte de străpungerea burghiului ; în figura 1, b se observă fenomenul de rupere depărtată a materialului generînd bavură mare, în cazul avansului manual, sau al utilizării sculelor neascuțite la timp. În figura 1, c, se observă tendința de rupere apropiată a materialului generînd o bavură mică, în cazul folosirii avansului mecanic

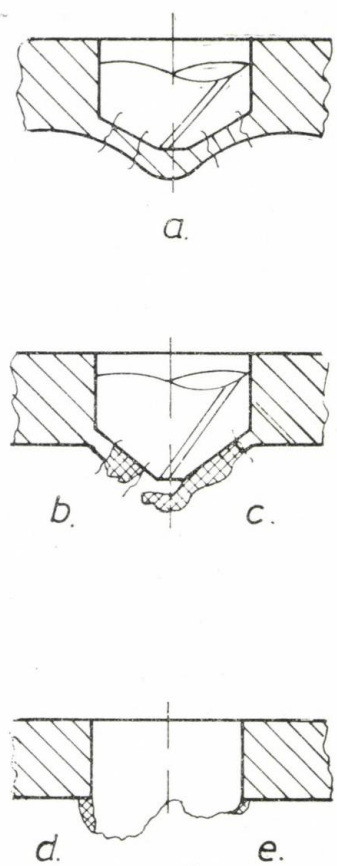


Fig. 1 Modul de formare al bavurilor la operația de găurire.

și a sculelor ascuțite la timp. În figurile 1, d și 1, e, se prezintă forma finală a bavurii la găurirea manuală și respectiv cu avans mecanic.

Cu cît avansul sculei este mai mare, forța de așchiere crește și se produce ruperea materialului în apropierea tăișului transversal al burghiului, rezultînd o bavură mare (fig. 1, b și 1, d, cazul avansului manual). Cînd se prelucrează, cu avans mecanic al burghiului, stabilit în funcție de condițiile tehnologice de prelucrare, posibilitățile apariției unor bavuri mari sînt diminuate ; forța de așhiere este mai mică, iar ruperea așchiei se va face din apropierea muchiei găurii realizate.

Aceste situații întîlnite la mărimi diferite ale bavurilor, precum și dimensiunile de gabarit ale pieselor, impun o analiză tehnologică a pieselor înaintea operației de debavurare, conform schemei 1.

În fiecare întreprindere constructoare de mașini, unde predomină producția de piese rezultate în urma procesului de așchiere, se impune respectarea unor reguli.

Analiza formei constructive a pieselor și a suprafețelor ce urmează a fi debavurate

Această analiză este necesară în scopul stabilirii procedeului cel mai adecvat pentru îndepărtarea bavurilor. Criteriile după care se împart piesele, corespunzător procedeului optim, sînt :

— gabaritul piesei ce se debavurează ;
— mărimea bavurii ;
— producția anuală.

Procedeele tehnologice adecvate îndepărtării bavurii sînt :

— debavurarea mecanică, sau manuală ;
— debavurarea mecanică, sau manuală ;
— debavurarea termică.

Debavurarea mecanică, sau manuală se aplică la piesele cu gabarit mare (peste 300×300), mărimea bavurii peste 1 mm, producție anuală mică.

Analiza criteriilor tehnice pentru piesele ce se debavurează electrochimic

Debavurarea electrochimică se aplică în cazul pieselor cu bavură sub 1 mm, producție anuală mare, gabaritul piesei pînă la 250× 250 mm, pentru bavuri interioare unde procedeele clasice sînt dificile sau imposibile al pieselor tratate termic, al pieselor cu rigiditate scăzută și al pieselor la care se impune un anumit grad de debavurare.

Debavurarea termică se aplică la piese cu gabarit pînă la 200×300 mm, indiferent de mărimea bavurii și producția anuală, ori la piese pentru care nu este posibilă aplicarea celorlalte procedee.

După stabilirea procedeului adecvat pentru debavurarea grupului de piese analizat, se va elabora tehnologia respectivă de lucru.

În continuare se va insista asupra procedeului de debavurare electrochimică, urmărind etapele prezentate în schema 1.

Debavurarea electrochimică este unul din procedeele neconvenționale de debavurare, care a fost implementat și are posibilități largi de extindere în industrie.

Debavurarea electrochimică a pieselor este un procedeu de înlăturare locală a materialului (bavurile piesei), bazat pe un proces de dizolvare anodică. Sub influența unui curent electric și în prezența unei soluții electrolitice, materialul piesei de prelucrat se dizolvă limitat, bavura dispare și se rotunjesc muchiile ascuțite ale pieselor, rezultate în urma procesului de așchiere.

Deoarece piesa de prelucrat este o parte a circuitului electric (anod), procedeul se limitează la materialele metalice conducătoare de electricitate.

Aplicarea procedeului de debavurare electrochimică, caz particular al prelucrării electrochimice, necesită un utilaj specific procedeului și o tehnologie specifică fiecărui tip de reper.

Alegerea reperului reprezentativ

După analizele făcute mai înainte, pentru fiecare grupă de piese ce urmează a fi debavurate electrochimic, se alege cîte un reper reprezentativ, în vederea elaborării tehnologiei.

Reperul reprezentativ trebuie să confere o complexitate ridicată, comparativ cu celelalte repere din familia din care face parte, pentru a permite generalizarea tehnologiei elaborate la întreaga familie de piese.

Calculul preliminar al parametrilor de lucru

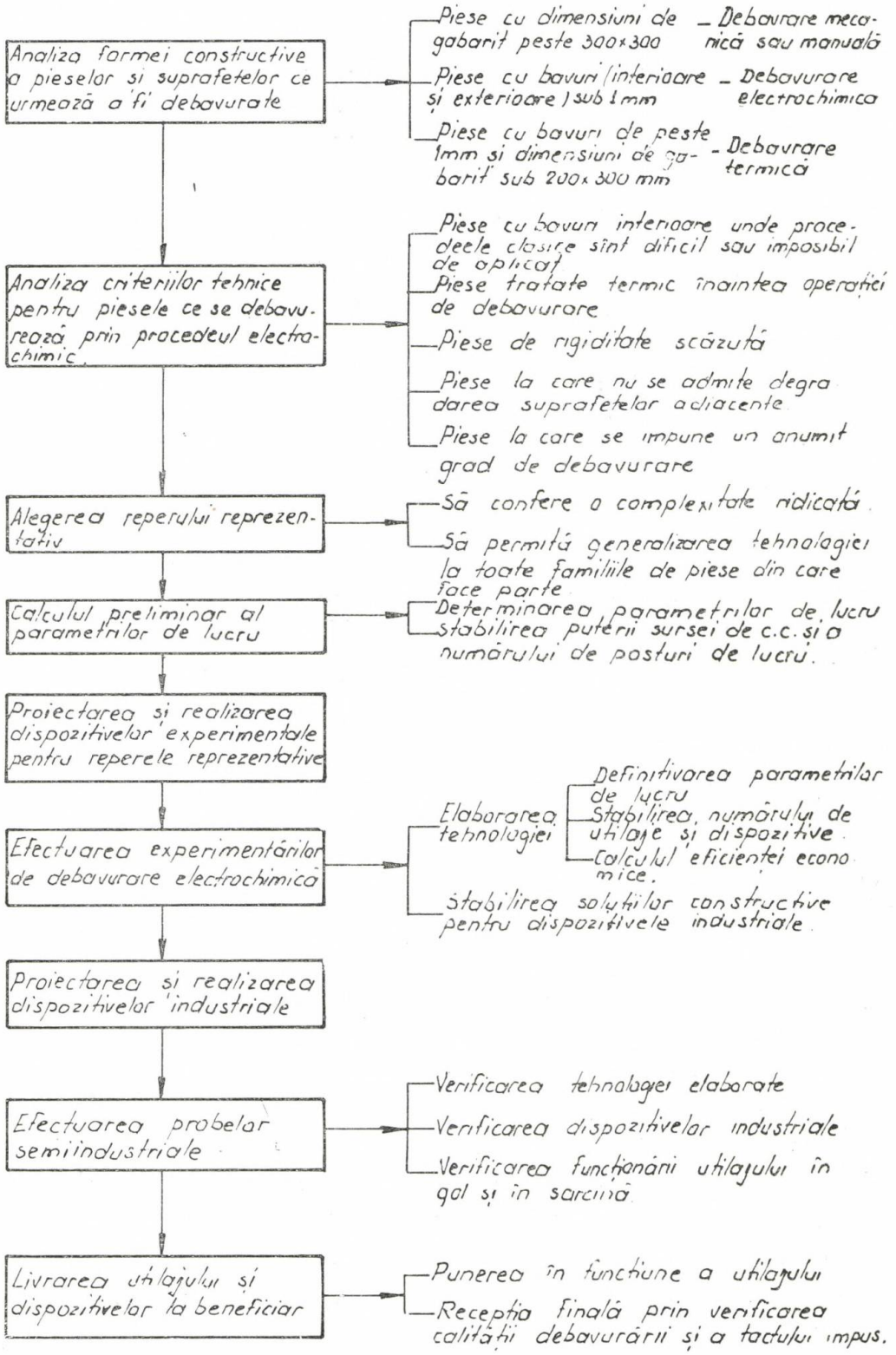
În vederea elaborării tehnologiei de debavurare electrochimică, se pornește de la calculul preliminar al parametrilor regimului de prelucrare, care se vor verifica pe dispozitivul experimental.

Parametrii regimului de prelucrare sînt :

h_0 = interstițiul inițial [mm] ;
U = tensiunea de lucru [V] ;
I = curentul de lucru [A] ;
J = densitatea de curent [A/mm²] ;
K = conductibilitatea electrochimică a electrolitului [m.s/cm] ;
T = temperatura electrolitului [°C] ;
t = timpul de prelucrare [s] ;
S = suprafața de lucru [mm²].

a) Pentru stabilirea parametrilor regimului de prelucrare se *pornește de la stabilirea suprafețelor de lucru.*

Suprafețele de prelucrat pot să fie :
— interioare ;
— exterioare.



Schema 1 — Etapele necesare analizei și proiectării tehnologiei și a dispozitivelor de lucru pentru debavurarea electrochimică.

Configurația suprafețelor de debavurat electrochimic poate să fie :

— inelară, în cazul în care se solicită debavurarea unui rînd de găuri circulare dispuse pe suprafața interioară a unui alezaj ;

— circulară, în cazul în care se solicită debavurarea locală a unei găuri dispuse pe suprafața interioară a unui alezaj sau pe suprafața exterioară a unui reper ;

— oarecare.

Suprafețele de lucru ale electrozilor prezintă aceeași configurație cu zonele de debavurat ale pieselor.

Suprafața de lucru pentru debavurarea interioară este de formă cilindrică, avînd diametrul D (diametrul alezajului) și lățimea $l = d + 1$, unde d reprezintă diametrul găurilor radiale ale căror muchii urmează a fi debavurate. Din suprafața coroanei circulare se va scade suprafața găurilor conform relației :

$$S_{ik} = r\left(\pi \cdot D \cdot l - \frac{\pi \cdot d^2}{4} n\right), \qquad (1)$$

unde :

k — numărul suprafeței interioare, funcție de diametrele diferite ale găurilor așezate pe același rînd ;

r — numărul rîndurilor de găuri la același diametru și cu același număr de găuri ;

n — numărul de găuri de același diametru pe un rînd.

Pentru un număr mic de găuri așezate pe același rînd, formula (1) nu mai prezintă interes practic.

Se observă că, pe măsura reducerii numărului de găuri pe un rînd, suprafața efectivă supusă debavurării crește și acest lucru duce, în final, la creșterea intensității curentului și deci a consumului de energie. În această situație, se caută reducerea curentului, prin reducerea suprafeței de lucru (tinzînd către suprafața efectivă de debavurat), deci se impune găsirea unor soluții constructive a dispozitivelor pentru debavurarea locală.

Pentru aceste cazuri, formula (1) se reduce la :

$$S_{ik} = \pi \cdot D \cdot l \cdot n \qquad (2)$$

Pentru suprafața exterioară, se are în vedere faptul că bavura nu este de mărimea celei interioare (la ieșirea burghiului) ; de asemenea, se ține seama de raza de rotunjire impusă, de adaosul de prelucrare lăsat pentru operația ce urmează după debavurare (de obicei rectificare) și de diametrul preconizat pentru electrodul de lucru.

În cazul de față se consideră $d_e = d - 0{,}5$, unde :

d_e — diametrul electrodului exterior ;
d — diametrul găurii radiale ce se debavurează.

Relația pentru suprafața exterioară devine :

$$S_{ek} = \pi \cdot \frac{d_e^2}{4} n \qquad (3)$$

În final se calculează suprafața totală :

$$S_t = S_{i1} + S_{i2} + \ldots + S_{ik} + S_{e1} + S_{e2} + \ldots + S_{ek}$$

b) *Curentul și tensiunea de lucru.* Conform legii lui Ohm, care se poate aplica și conductorilor ionici, se poate scrie :

$$I = \frac{U_e}{R}, \qquad (4)$$

unde :

U_e — căderea de tensiune în electrolit ;
R — rezistența electrolitului în interstițiul de lucru.

Pentru continuitatea procesului și siguranța repetabilității prelucrării, experimental s-a constatat că pentru diferite tipuri de material densitățile de curent sînt conform tabelului 1.

Intensitatea curentului se mai scrie :

$$I = J \, S \qquad (5)$$

Din relația (4), $U_e = I \, R$ unde :

$$R = \frac{1}{K} x \frac{h_e}{S} \qquad (6)$$

Interstițiul inițial h_0 se consideră ca o medie, avînd în vedere că interstițiile inițiale pentru debavurarea exterioară și interioară sînt diferite ($h_0 = 0{,}5 \ldots 0{,}8$ mm, funcție de mărimea bavurii, iar $K = 164$ ms/cm, în cazul utilizării ca electrolit a soluției de $NaNO_3$ concentrație 20% și $T = 30$—35^0C).

Densitățile de curent determinate experimental la debavurarea electrochimică pentru diferite tipuri de material

Tabelul 1

Tipul de material	Alamă	Aluminiu	Fontă	Oțeluri	Oțeluri aliate
Densitatea de curent [A/mm²]	0,12—0,14	0,13—0,15	0,13—0,15	0,2—0,22	0,22—0,25

În condițiile utilizării soluției de $NaNO_3$, la tensiunea U_e se mai adaugă tensiunea de pasivizare U_p și tensiunea de polarizare U_{pol}, care împreună se pot considera egale cu 4,5 V.

Deci tensiunea totală aplicată la electrozi este :

$$U = U_e + U_p + U_{pol} \tag{7}$$

c *Determinarea timpului de prelucrare*

$$h = \sqrt{2ct + h_0^2}, \tag{8}$$

unde :

h — interstițiul după un timp dat [cm] ;
t — timpul, de debavurare [s] ;
c — constanta de material [$cm^2\ s^{-1}$].

$$c = \frac{eUk}{F \cdot \gamma_m}, \tag{9}$$

în care :

e — greutatea moleculară [gr] ;
F — 96500 [A s] — numărul lui Faraday.
U — tensiunea de lucru [V].
$K = 164$ ms/cm — conductibilitatea electrică a electrolitului în cazul folosirii ca electrolit a azotatului de sodiu ;
γ_m — greutatea specifică [g/cm^3].

Regimul de lucru calculat suportă corecții, mai ales în sensul creșterii timpului efectiv de prelucrare, corecții determinate de forma și dimensiunile bavurilor, precum și de pierderile de curent prin conductori electrici.

În procesul de prelucrare electrochimică, bavurile mici se vor prelucra în timp mai scurt, ceea ce determină apariția unor raze de rotunjire mai mari decît pe muchiile unde bavura este mai mare.

Egalizarea razelor de rotunjire a muchiilor nu se poate realiza decît prin mărirea timpului de prelucrare.

Proiectarea și realizarea dispozitivului experimental

Plecînd de la calculul preliminar al parametrilor regimului de lucru se trece la proiectarea dispozitivului experimental.

În principal există trei tipuri de debavurare :

— debavurare de intersecții de găuri interioare ;

— debavurare de intersecții de găuri interioare cu suprafețe exterioare ;

— debavurare de intersecții de suprafețe.

Pentru fiecare tip de debavurare sînt specifice diferite configurații de electrozi.

În figurile 2 și 3 se prezintă elementele de electrozi pentru debavurarea interioară. Poziția **1** reprezintă piesa ce se debavurează, iar poziția **2** reprezintă electrodul de lucru.

În figura 2 circulația electrolitului are loc prin interiorul piesei, iar în figura 3 prin interiorul electrodului.

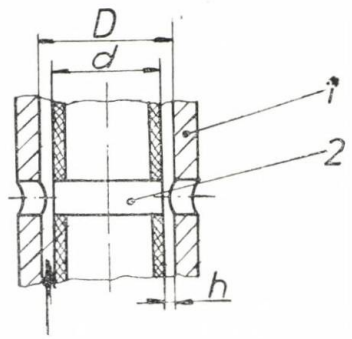


Fig. 2 Elemente de electrozi pentru debavurarea interioară.

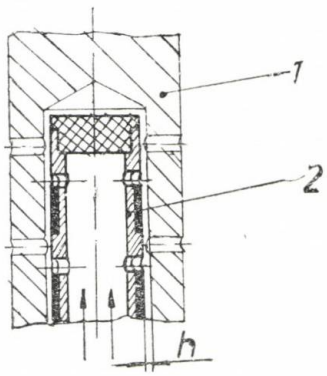


Fig. 3 Elemente de electrozi pentru debavurarea interioară.

În afara zonei active, electrozii sînt izolați față de restul piesei, pentru reducerea consumului de curent și pentru protejarea piesei față de acțiunea electrochimică.

În figurile 4 și 5 se prezintă elemente de electrozi pentru debavurarea exterioară.

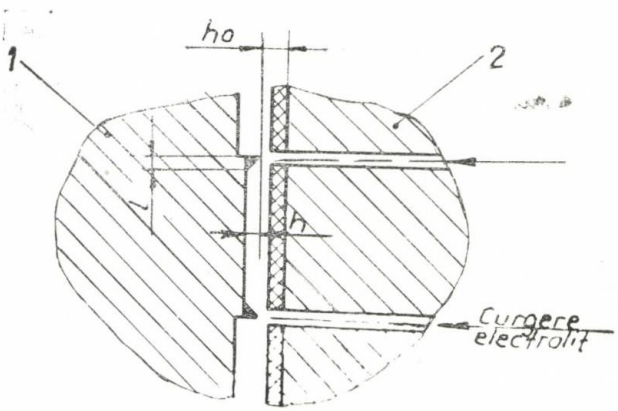


Fig. 4 Element de electrod pentru obținerea unei muchii vii fără bavură.

În figura 4 se prezintă o soluție constructivă, pentru cazul cînd se cere obținerea unei muchii vii fără bavură.

Pentru toate figurile (1, 2, 3 și 4) părțile dublu haşurate reprezintă izolații ale electro-

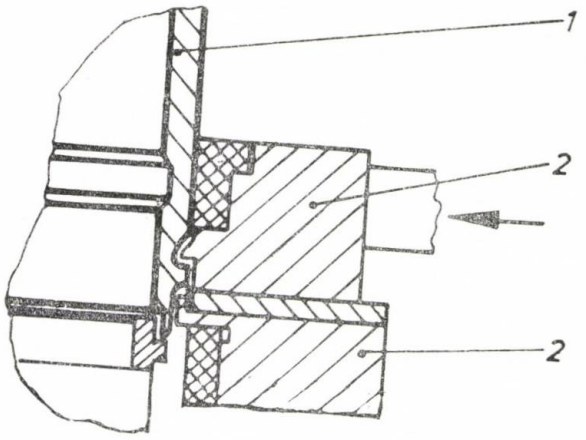


Fig. 5 Element de electrod pentru debavurarea exterioară.

zilor, care pot fi din napoacryl, sau poliamidă (după caz), sau depuneri de masă plastică.

Din analiza constructivă a reperului și în special a zonelor supuse debavurării (reper care prin configurația și complexitatea sa permite generalizarea tehnologiei la toată familia de repere din care face parte), se determină :

— așezarea piesei în dispozitiv care să permită introducerea și extragerea sa comodă ;

— centrarea piesei în dispozitiv, care să asigure păstrarea interstițiului uniform dintre electrod și piesă pe parcursul prelucrării ;

— poziționarea și orientarea piesei față de electrod încît să asigure prelucrarea locală a zonei de debavurat ;

— dispunerea elementelor catodice (poziționarea, orientarea unghiulară și dimensiunea lor) ;

— alimentarea cu electrolit, încît zonele supuse debavurării să fie uniform udate, fără strangulări, pentru crearea unei contrapresuni interioare asigurînd în acest fel o peliculă continuă între electrod și piesă.

În figura 6 se prezintă un model de dispozitiv experimental pentru debavurarea electrochimică a unei roți dințate conice. Dispozitivul se compune din caseta superioară și caseta inferioară **9**, executate din material plastic (poliamidă), care împreună formează o cameră de contrapresiune. La debavurarea electrochimică presiunile electrolitului sînt cuprinse între 2 . . . 4 daN/cm^2. Electrozii **2** și **5** folosesc pentru debavurarea canelurii, iar electrodul **3** pentru debavurarea danturii. Electrozii de lucru se conectează la polul negativ al sursei de c.c., prin intermediul bornelor **1** și **4**.

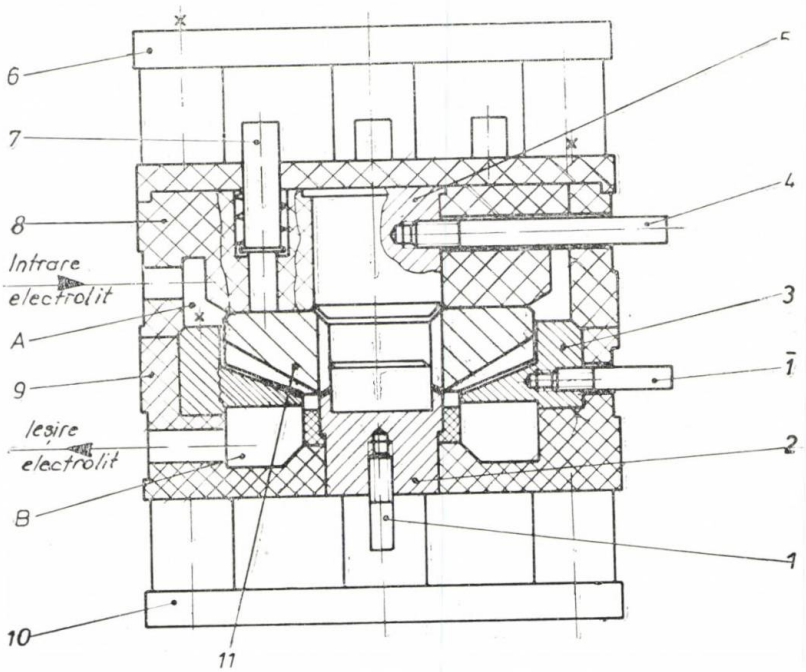


Fig. 6 Model de dispozitiv experimental pentru debavurarea unei roți dințate conice.

Electrozii de lucru sînt în general o înfășurată a muchiilor ce urmează a fi debavurate. Distanța dintre electrozi și piesă este chiar

interstițiul inițial h_0. Piesa **11** se conectează la polul pozitiv al sursei de c.c., prin intermediul bornei 7. Dispozitivul se montează pe mașină prin intermediul plăcilor **6** și **10**.

Electrolitul de lucru este trimis în spațiul dintre electrozi și piesa **11** prin orificiul practicat în caseta superioară 8 și canalul circular **A**. După parcurgerea acestui spațiu, electrolitul iese către rezervorul instalației prin canalul colector **B** și orificiul practicat în caseta inferioară **9**.

Atît electrozii de lucru, cît și bornele de alimentare cu curent se execută dintr-un material bun conducător de electricitate și în același timp rezistent la acțiunea corozivă a electrolitului. În cazul de față, materialul utilizat a fost Cu Zn 37.

Celelalte elemente care nu conduc curentul electric se pot executa din poliamidă sau PVC.

Efectuarea experimentărilor de debavurare electrochimică

După realizarea legăturilor electrice la bornele sursei de curent a dispozitivului și racordarea la circuitul de alimentare cu electrolit, se realizează reglarea sursei capului de lucru al mașinii de debavurat electrochimic.

Reglarea sursei are drept scop poziționarea contactului pozitiv în raport cu piesa, astfel încît să se realizeze un contact cît mai bun, pentru evitarea pierderilor de curent prin contacte.

La experimentări se utilizează, ca regim principal de lucru, regimul calculat anterior și care după caz, se corectează, în vederea obținerii unui grad mai mare de debavurare, respectiv îndepărtarea completă a bavurii.

Corectarea regimului de prelucrare se realizează acționînd pe două direcții : creșterea timpului de prelucrare și respectiv creșterea tensiunii de lucru, deci implicit a curentului de lucru.

În urma trecerii succesive, prin mai multe regimuri, se obține în final regimul cu gradul cel mai corespunzător de debavurare.

Cu regimul adoptat se consideră tehnologia elaborată și se verifică un lot de minimum 20—30 piese, pentru atestarea repetabilității lui.

La experimentări se verifică soluția constructivă aleasă, modul de curgere a electrolitului, forma, dimensiunea și poziționarea electrozilor și etanșarea dispozitivului, asigurînd definitivarea soluției pentru dispozitivul industrial și stabilirea soluțiilor pentru întreaga familie de repere.

În urma adoptării parametrilor regimului de prelucrare, funcție de gabaritul pieselor de prelucrat și de producția lor anuală, se stabilește :

— numărul de posturi al dispozitivului industrial ;

— capacitatea sursei de curent continuu care să asigure debavurarea pieselor din toate posturile dispozitivului ;

— numărul de utilaje de debavurare electrochimică care să respecte tactul impus de beneficiar, sau să asigure prelucrarea întregii producții anuale a reperelor ;

— eficiența economică a tehnologiei elaborate, comparativ cu procedeul folosit anterior.

Proiectarea dispozitivelor industriale

După stabilirea soluției constructive în urma experimentărilor și a numărului de piese ce se pot debavura simultan, se trece la proiectarea dispozitivelor industriale. Acestea sînt compuse dintr-un cadru format din 2 plăci cu coloane și bucșe de ghidare pe care se montează 2 sau mai multe module similare cu dispozitivul prezentat în figura 6. Materialele folosite sînt în general același ca acelea folosite la dispozitivul experimental.

Efectuarea probelor semiindustriale

Această etapă are drept scop verificarea la executant a tehnologiei elaborate folosind de această dată dispozitivele industriale. În paralel cu aceasta se fac verificările și reglările dispozitivelor, iar apoi debavurarea unui număr de piese din producția de serie a beneficiarului. După efectuarea acestor probe și remedierea eventualelor defecțiuni, utilajul împreună cu dispozitivele se livrează la beneficiar urmînd etapa de punere în funcțiune și recepție finală.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Popa, E., Dimitriu, Ruxandra :* Contribuții teoretice privind procesul de debavurare electrochimică. În „Construcția de mașini", nr. 4—5, apr.—mai 1981, pg. 173—176.

[2] *Popa, E., Dimitriu, Ruxandra, Crăciun, A., Dumitrache P., Luchian, E. :* Aplicații ale debabavurării electrochimice în industrie. În „Construcția de mașini", nr. 4—5, apr.—mai 1981, pg. 176—180.

CZ : 541.13

Proiectarea camerelor de lucru folosite la prelucrarea electrochimică

Dr. ing. Georgeta **CUCULEANU** — A.S.E. Bucureşti

Prelucrarea electrochimică are la bază fenomenul de dizolvare anodică a metalului piesei, legată la anodul unei surse de curent continuu, în prezenţa unui electrolit (fig. 1). Datorită acestei dizolvări, electrolitul care se găseşte în spaţiul dintre cei doi electrozi îşi măreşte rezistenţa electrică, fapt care determină

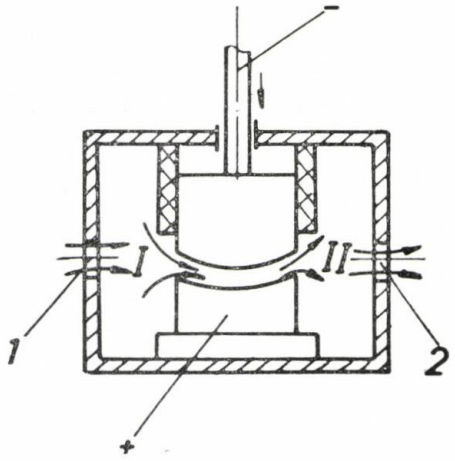


Fig. 1 Principiul prelucrării electrotehnice

micşorarea vitezei de dizolvare. Pentru ca viteza să fie constantă pe perioada prelucrării, în fiecare moment, în spaţiul de lucru trebuie să fie adus electrolit proaspăt şi îndepărtat cel existent. Ca urmare, electrolitul va trebui să curgă prin acest spaţiu.

Dispozitivul în care are loc prelucrarea electrochimică se numeşte cameră de lucru. Construcţia ei are un rol important asupra preciziei de prelucrare a piesei, deoarece se cere să asigure curgerea electrolitului cu parametri constanţi şi o distribuţie uniformă a liniilor de curent. De aceea, este necesar să se acorde o mare atenţie proiectării camerelor de lucru, a căror formă depinde de felul prelucrării, care poate fi : găurire, alezare, frezare etc. Camerele de lucru necesare pentru găurire şi alezare sînt asemănătoare şi nu prezintă nici-o dificultate, pe cînd la frezarea electrochimică, apar complicaţii datorită nevoii de a se obţine precizie ridicată a suprafeţei prelucrate. La această prelucrare, electrolitul introdus în camera de lucru prin orificiul de admisie **1**, umple mai întîi zona **I** dintre pereţii ei şi piesa de prelucrat şi apoi pătrunde în spaţiul de lucru. De aici, trece în zona II, dintre piesa de prelucrat şi orificiul de evacuare **2**, iar apoi în instalaţia de recirculare a lui.

Deoarece intervalul de lucru (distanţa dintre cei doi electrozi) este de ordinul zecimilor de milimetru, spaţiul de lucru reprezintă o îngustare bruscă a secţiunii de curgere şi distribuţia liniilor de curent, în zona de intrare a electrolitului în acest spaţiu, va avea forma prezentată în figura 2. Se constată că jetul de fluid se contractă, faţă de secţiunea intrării în spaţiul de lucru, pe suprafaţa de prelucrat, ceea ce conduce la apariţia zonelor de apă moartă, unde se creează vîrtejuri. Întrucît electrolitul din vîrtejuri nu se împrospătează, rezistenţa electrică a lui creşte, fapt care duce la scăderea vitezei de dizolvare a metalului piesei în această porţiune. În timp, zona ocupată de vîrtejuri se micşorează pînă la dispariţie şi ca urmare suprafaţa de prelucrat în această porţiune va lua forma liniilor de curent, apărînd astfel o imprecizie de

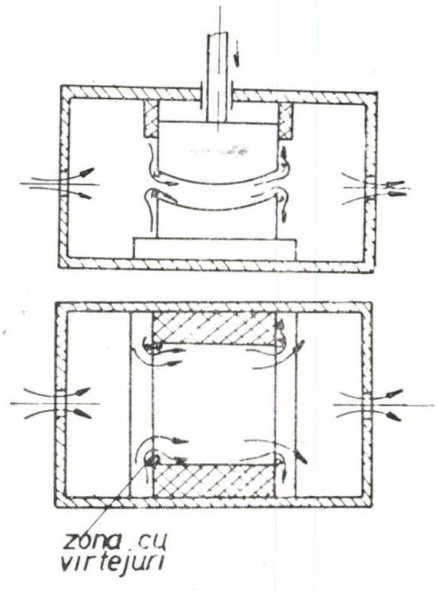


Fig. 2 Forma liniilor de curent la intrarea şi ieşirea din spaţiul de lucru

prelucrare. Acelaşi fenomen face ca suprafaţa prelucrată să se racordeze la suprafaţa frontală a piesei cu raze mari (fig. 3).

Pentru eliminarea acestor influenţe negative asupra preciziei de prelucrare electrochimică, este indicat să se prevadă aşa-zisa

„zonă de intrare", care se materializează printr-o piesă așezată în fața piesei de prelucrat și în contact perfect cu ea. Rolul zonei de intrare este de a transfera vîrtejurile în afara suprafeței de prelucrat. Prin aceasta, liniile

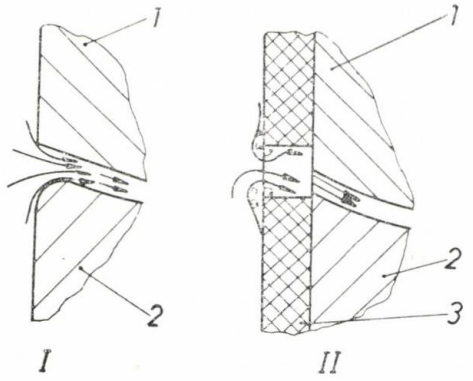


Fig. 3 I — prelucrare fără „zonă de intrare";
II — prelucrare cu „zonă de intrare"
1 — electrodul-sculă ; 2 — piesa de prelucrat; 3 — piesa care materializează „zona de ieșire".

de curent se paralelizează înaintea ajungerii lor în spațiul de lucru (fig. 3). În același timp curgerea se uniformizează, crescînd astfel precizia de prelucrare.

Forma secțiunii transversale a zonei de intrare, care asigură o bună distribuție a curgerii și cea mai mare rată a transportului masic, este cea dreptunghiulară cu dimensiunile : înălțimea egală cu 5 $h \div 10$ h (h este intervalul de lucru) și baza egală cu dimensiunea piesei pe orizontală, perpendiculară pe direcția de introducere a electrolitului în spațiul de lucru. Lungimea pe care este constantă această secțiune se numește „lungimea de intrare" și este cuprinsă între 70 $h \div 100h$ [2]. Valorile respective asigură eliminarea completă a zonei apei moarte din spațiul de lucru.

Datorită existenței „zonei de intrare", presiunea electrolitului în zona de lucru, se calculează, conform formulei lui Bernoulli [1], cu relațiile :

$$p(x) = \begin{cases} p_0 + \frac{1}{2} v_0^2 - 1{,}4 \frac{1}{2} \rho_E v^2(x) & pt.\ x = 0 \\ p_0 + \frac{1}{2} v_0^2 - \left(1{,}4 + 1{,}5\,\delta \frac{x}{2h}\right) \frac{1}{2} \rho_E v^2(x) & \\ & pt.\ 0 \leqslant x \leqslant x' \\ p_0 + \frac{1}{2} v_0^2 - \left(1{,}4 + 1{,}5\,\delta \frac{x'}{2h} + \right. & \\ \left. + \delta \frac{x - x'}{2h}\right) \frac{1}{2} \rho_E v^2(x) & pentru\ x > x' \end{cases}$$

unde :

$v(x)$ este viteza electrolitului în spațiul de lucru [cm/s] ;
ρ — coeficientul pierderilor de sarcină ;
x' — lungimea de intrare [cm] ;
p_0 — presiunea electrolitului înaintea „zonei de intrare" [daN/cm²] ;
v_0 — viteza electrolitului înaintea „zonei de intrare" [cm/s].

Dacă se presupune căderea de presiune ca fiind aproximativ o funcție dreaptă, variația de presiune pe toată lungimea de lucru are graficul din figura 4.

Zona de intrare trebuie să-și păstreze forma și dimensiunile pe toată perioada de pre-

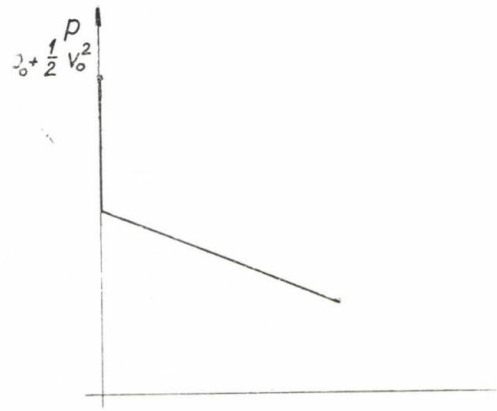


Fig. 4 Variația presiunii electrolitului în spațiul de lucru

lucrare și de aceea este necesar ca piesele, cu ajutorul cărora se realizează, să fie din materiale dielectrice, cum ar fi poliamida, textolitul ș.a.

La ieșirea din spațiul de lucru, electrolitul se destinde, deoarece trece dintr-o secțiune îngustă într-o secțiune mare, și liniile de curent

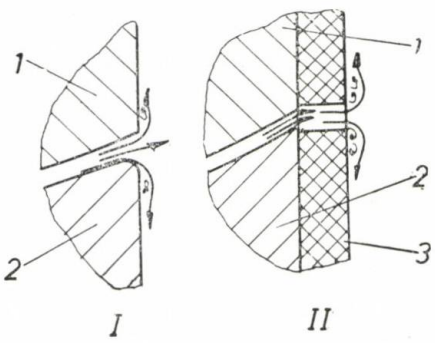


Fig. 5 I — prelucrare fără „zonă de ieșire" ; II — prelucrare cu „zonă de ieșire"
1 — electrodul-sculă ; 2 — piesa de prelucrat; 3 — piesa care materializează „zona de ieșire".

vor avea forma din figura 5. Se constată că aici vîrtejurile apar pe suprafața frontală a piesei de prelucrat, fapt care face ca raza de

racordare dintre această suprafață și cea prelucrată să fie mai mică decît cea de la intrarea electrolitului în spațiul de lucru. Datorită destinderii, presiunea electrolitului scade către ieșirea lui din spațiul de lucru, fenomen care, asociat cu micșorarea conductivității electrice a electrolitului de-a lungul lungimii prelucrate, face să descrească viteza de dizolvare anodică a metalului de prelucrat, deci să scadă precizia de prelucrare. Pentru menținerea cît mai constantă a acestora, trebuie să se

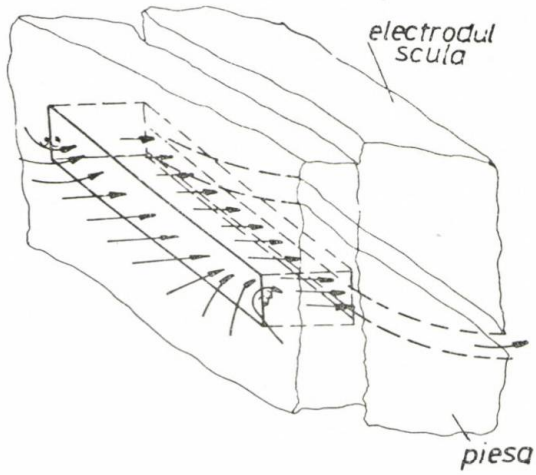


Fig. 6 Forma „zonelor de intrare și ieșire".

creeze o contrapresiune la ieșirea din spațiul de lucru. De aceea, este indicat să existe și o „zonă de ieșire" care este similară ca formă cu cea de intrare. Secțiunea acestei zone trebuie să fie mai mică decît a celei de intrare, ceea ce se realizează prin micșorarea înălțimii la $3\,h \div 8\,h$ (baza dreptunghiului va avea aceași valoare ca și a secțiunii de intrare fig. 6). Lungimea „zonei de ieșire" nu influențează asupra preciziei prelucrării.

Zona de ieșire va fi, de asemenea, materializată printr-o piesă dintr-un material dielectric, care se găsește în contact perfect cu piesa de prelucrat.

Concluzii

Pentru creșterea preciziei de prelucrare, la prelucrarea electrochimică a pieselor, liniile de curent trebuie să fie paralele și uniform distribuite pe toată suprafața de prelucrat, ceea ce se obține prin existența „zonei de intrare" și a celei de ieșire. Aceasta din urmă are și rolul de a împiedica destinderea bruscă a electrolitului în vecinătatea piesei de prelucrat. Secțiunea „zonei de ieșire" va fi mai mică decît a zonei de intrare, pentru a se crea contrapresiunea necesară uniformizării vitezei de dizolvare.

Lungimea acestor zone se recomandă să fie mare, în special a celei de intrare, pentru a deplasa apa moartă a curgerii în afara suprafeței de prelucrat.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Dietz, H., Günther, K., G., Otto, K.:* Electrochemical machining calculation of side gap with respect to hydrogen evolution O.I.R.P. — General assembley, Tokyo, 1974.

[2] *Landolt, D., Muller, H. R., Tobias, Ch. W.:* High Rate Anodie Dissolution of Cooper, J. of. the Electroch. Soc. vol. 116, nr. 10 oct. 1969, pag. 1384—1390.

CZ : 621.9:621.375.9

Modelarea și experimentarea tehnologiilor de prelucrare cu laserul cu CO_2

Ing. Rodica **CRIȘAN**, fiz. Victor **STEINER**, ing. Abdula **RIGEAN**, fiz. Mircea **CĂLIN** — I.C.T.C.M. București

Pe plan mondial, se manifestă un interes din ce în ce mai mare pentru extinderea aplicațiilor industriale ale laserului cu CO_2, datorită avantajelor tehnico-economice prezentate de utilizarea tehnologiilor de prelucrare cu laser, care — în principal — constau în productivitate foarte mare, precizie și calitate ridicată a prelucrării, economie de materiale și scule, precum și posibilitatea de prelucrare a unei game foarte largi de materiale : oțeluri aliate, inoxuri, materiale dure și extradure, ceramice, plastice, lemn, textile ș.a.

Prelucrarea unui material cu ajutorul fasciculului laser constă în topirea și vaporizarea materialului iradiat. Acest proces se produce într-un interval de timp foarte redus, practic instantaneu, conducînd la obținerea unor tăieturi fine, printr-o concentrare a energiei calorice în volume mici.

Pentru elaborarea tehnologiilor optime de prelucrare cu ajutorul laserului cu CO_2, pe lîngă asigurarea unor parametri specifici ai laserului, este necesară și o bună cunoaștere a fenomenelor fizice care au loc în procesul de lucru.

În literatura de specialitate sînt prezentate diferite teorii de interpretare a fenomenelor fizice de prelucrare a materialelor prin acest procedeu. Aspectele tehnologice sînt, în general, specifice utilajului realizat de fabricant și bazate pe practica de prelucrare.

Prin realizarea unui model fizic al procesului, bazat pe analiza fenomenelor care au loc la nivel microscopic și compararea sa cu rezultatele experimentale de prelucrare cu laser, s-a urmărit crearea unei baze științifice pentru elaborarea de tehnologii specifice operațiilor de tăiere conturată cu ajutorului laserului cu CO_2.

Fenomenul de tăiere a unui material cu ajutorul fasciculului laser constă în distrugerea rețelei cristaline a materialului și aducerea sa în stare de vaporizare, de-a lungul unei curbe prestabilite, pe baza energiei depuse în material de către fotoni (fig. 1).

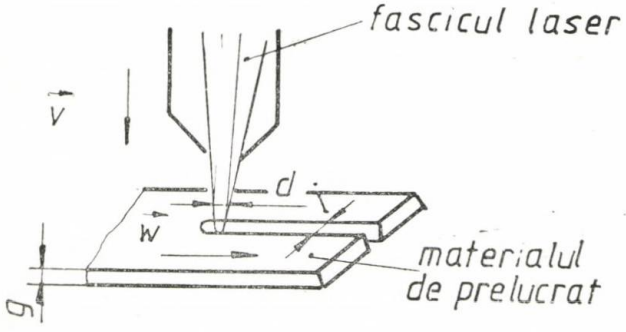


Fig. 1 Schema de prelucrare cu laser.

Pentru analiza calitativă a procesului, s-a luat în considerare condiția de străpungere staționară a materialului, care are loc atunci cînd, în zona sa de interacțiune cu fasciculul laser, întreaga grosime a materialului este adusă la temperatura de vaporizare.

Astfel, un fascicul laser cu secțiunea focală s și puterea P, care emite o radiație cu lungimea de undă „λ", este îndreptat pe suprafața materialului de prelucrat (fig. 2).

Energia fasciculului, în momentul interacțiunii, va fi reflectată și parțial absorbită de material, atrăgînd după sine încălzirea puterconsecință, va apărea o conducție termică din zonele cu temperatură înaltă spre zonele învecinate, mai reci.

Încălzirea prin absorbție fotonică și răcirea materialului prin conducție termică sînt fenomene competitive, însă, atunci cînd primul fenomen este dominant, pierderile de energie prin conducție termică sînt mici și poate avea loc ridicarea temperaturii, topirea și vaporizarea, respectiv străpungerea materialului. Astfel, în interiorul craterului produs, asistăm, la un moment dat, la un echilibru dinamic de fază (fig. 2, b) între fazele de vapori, lichidă și solidă, după care craterul progresează în timp spre profunzimea materialului.

Configurația instantanee a craterului este rezultatul evoluției în timp a cîmpului de temperatură care guvernează distribuția zonelor de material topit și vaporizat, dar depinde și de alte fenomene secundare cum sînt : curgerea vîscoasă a fazei lichide, saturarea vaporilor, revenirea vaporilor în faza lichidă sau solidă.

În final, se străpunge materialul (fig. 2, c) și asistăm la curgerea vîscoasă a materialului topit sub acțiunea greutății și la relaxarea lentă a cîmpului de temperatură. Astfel, distingem două zone : zona **1**, în care materialul topit s-a solidificat, și zona 2, în care materialul a înregistrat un maximum de temperatură și apoi o revenire la temperatura ambiantă. În funcție de valoarea acestui maximum, se poate delimita zona de influență termică.

În practică, prezența unui gaz de asistare (O_2, N_2, aer comprimat etc.), care are rolul de ridicare suplimentară a temperaturii prin oxidare (la metale), sau de răcire (la nemetale) și de îndepărtare a materialului vaporizat sau topit, conduce la creșterea calității de prelucrare, dar aduce noi elemente care se cer considerate.

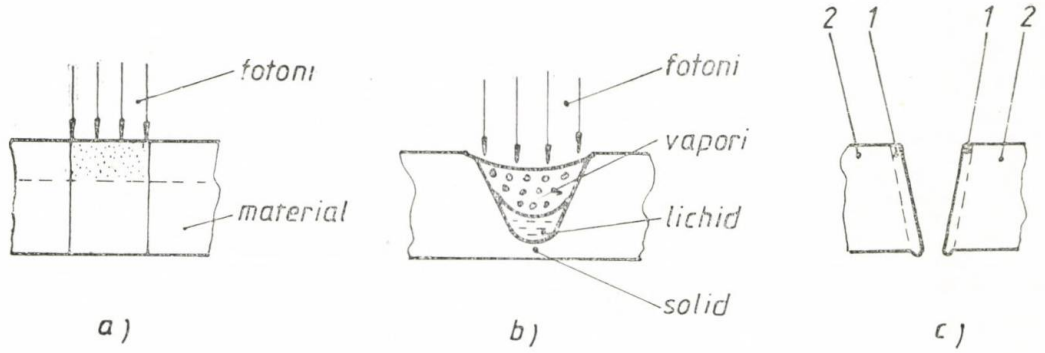


Fig. 2 Modelul fizic al prelucrării cu laser.

nică a zonei iradiate. Odată cu creșterea temperaturii suprafeței materialului, reflexia se va reduce și va crește absorbția radiației. În

Complexitatea fenomenologică a acestui proces s-a încercat a fi modelată matematic, prin aproximația „fasciculului infinit".

Acest model descrie bine evoluția în timp a cîmpului de temperatură în zona centrală a fasciculului laser și stabilește corelația dintre parametri de fascicul, de material și viteza de tăiere, care influențează în mod direct interstițiul de tăiere. Referindu-se la un fascicul cu secțiune infinită, acest model nu include geometria craterului și zona de influență termică.

Luînd în considerație un fascicul de fotoni cu densitatea fotonică n_0, atenuat într-un material după legea Bouguer-Lambert, și aplicînd teoria absorbției undelor electromagnetice, atît în momentul de atac al suprafeței materialului, cît și în momentele de timp ulterioare, presupunem că frontul de material vaporizat (la temperatura T^v) separate de o distanță z_0, protemperatura T^t), separate de o distanță z_0, progresează în direcția z cu o viteză constantă. Intervalul de timp în care frontul de vaporizare se deplasează cu distanța z_0 se notează t_0 (fig. 3). Viteza de străpungere a materialului este :

$$V = \frac{z_0}{t_0} \tag{1}$$

Puterea furnizată de laser pe unitatea de suprafață P_s, în timpul t_0 (proporțională cu zona hașurată z) se consumă pentru translatarea cîmpului de temperatură cu distanța z_0, respectiv este consumată pentru topirea și vaporizarea materialului.

(2)

$$P_s t_0 = \int_0^{\infty} dz \rho_m [cl\, T_2(z) - T_1(z) + \lambda^t + \lambda^v]$$

unde :

c = căldura specifică ;
λ^t = căldura latentă de topire ;
λ^v = căldura latentă de vaporizare ;
ρ_m = densitatea masică a materialului.

Integrînd pe porțiuni, găsim viteza de străpungere a materialului :

$$V = \frac{P_s}{\rho_m} [C_0^s (T^t - T_0) + C_0^l (T^v - T^t) + \lambda^t + \lambda^v]^{-1} \tag{3}$$

unde s-a separat :

C_0^s = căldura specifică în faza solidă ;
C_0^l = căldura specifică în faza lichidă.

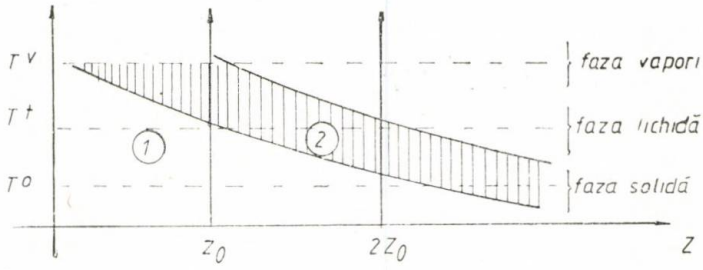


Fig. 3 Deplasarea cîmpului de temperatură în materialul supus acțiunii laser.

În final, viteza maximă de tăiere a unui material de grosimea g, în aproximația „fasciculului infinit" este dată de relația :

$$W^{teor} = \frac{d}{g} \cdot \frac{P_s}{\rho} [C_0^s (T^t - T_0) + C_0^l (T^v - T^t) + \lambda^t + \lambda^v]^{-1} \tag{4}$$

unde :

d = diametrul spotului focar ;
g = grosimea materialului.

Modelul matematic (4) a fost verificat atît din punct de vedere funcțional, cît și numeric, pe un oțel cu conținut mare de fier, efectuîndu-se tăieri pe eșantioane de diferite grosimi și utilizîndu-se o instalație laser cu CO_2, de putere maximă 400 W, model experimental realizat de către I.F.T.A.R. — București, care emite în infraroșu cu $\lambda = 10{,}6$ μm.

Rezultatele experimentale mai semnificative se prezintă în tabelul 1 și grafic în figurile 4 și 5.

În calculele efectuate pe baza modelului fizic (4), s-au utilizat următoarele constante de materiale :

ρ_m = 7,9 . 10^3 kg/m^3
C_0^s = 641 J/kg grd.
C_0^l = 830 J/kg grd.
λ^t = 270 . 10^3 J/kg
λ^v = 58 . 10^3 J/kg

Rezultate experimetale pentru verificarea modelului matematic

Nr. probă	Grosime g [mm]	Interstiţiu		Puterea laser efectivă P [W]	Viteza de tăiere		Observaţie asupra tăieturii
		teoretic	experimental		W_{exp}	W_{teor}	
		i [mm]			[mm/min]		
22	3,50	0,3	0,230	260	600	965	bună
23			0,240		500		optimă
24			0,250		400		bună
25			0,245		300		bună
40	4,75	0,3	0,265	260	300	711	optimă
43			0,245		400		bună
53	6,00	0,3	0,280	280	400	530	cu intermitenţă spre continuu
54			0,280		300		
55			0,300		250		
56			0,300		200		bună
59	7,00	0,3	0,280	280	300	447	cu intermitenţă spre continuu
60					250		
61					200		
62			0,300		150		
63					100		bună

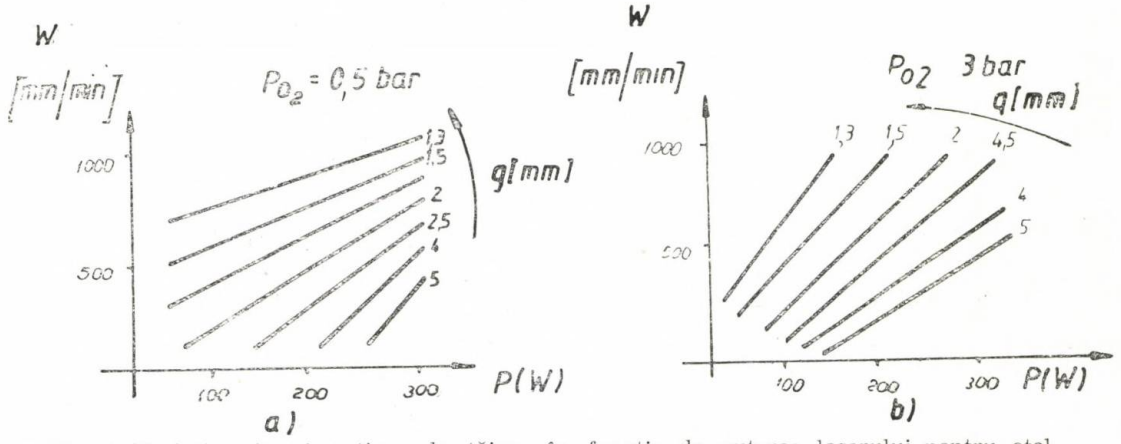


Fig. 4 Variaţia vitezei optime de tăiere în funcţie de puterea laserului pentru oţel.

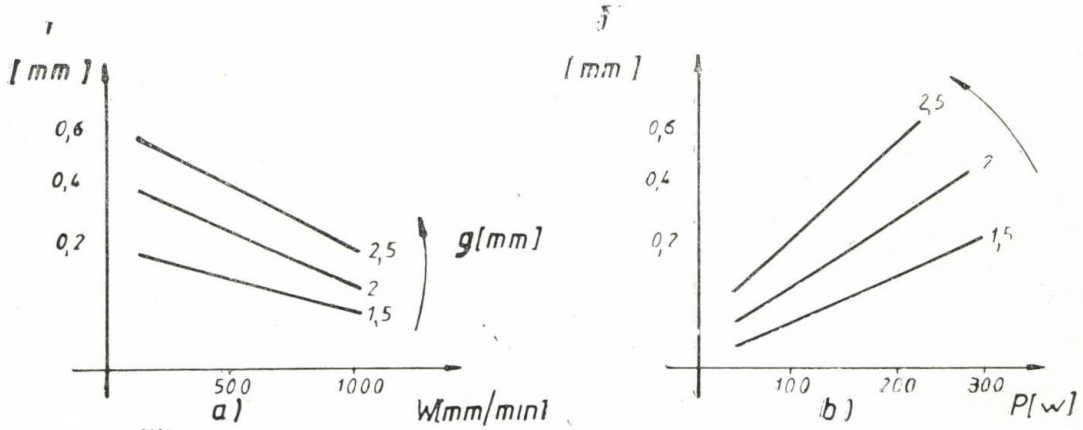


Fig. 5 Variaţia interstiţiului de tăiere i, în funcţie de:
a) viteza optimă de tăiere W;
a) puterea laserului P.

Pentru oțeluri cu conținut mare de fier s-a aproximat o expresie mai simplă :

$$W[\text{mm/min}] = 13\frac{P[W]}{g[\text{mm}]} \qquad (5)$$

În tabelul 2 sînt comparate vitezele de tăiere optime, calculate pe baza modelului matematic, cu vitezele experimentale constatate ca optime.

De remarcat este faptul că modelul matematic al „fasciculului infinit" supraveghează

Compararea vitezelor optime de tăiere calculate și experimentale

Nr. crt./ Nr. probei	W^{exp} [mm/min]	W^{teor} [mm/min]	W^{teor}/W^{exp}
1/43	400	711	1,78
2/54	300	530	1,77
3/60	250	447	1,79

vitezele experimentale de tăiere cu un factor de circa 1,78. Acest factor se consideră că se datorează efectelor, neevaluate în model, de reflexie, focalizare, oxidare, conducție termică etc.

În această primă etapă, prelucrarea pe calculator a datelor experimentale, cu ajutorul modelului, pentru vitezele optime de tăiere cu laserul cu CO_2, arată că previziunile modelului conduc la rezultate comparabile cu cele determinate experimental.

Continuarea experimentelor, precum și studiul teoretic îmbunătățit al fenomenului de prelucrare cu laser, ce se vor efectua pe un prototip de instalație „LASER CO_2—400, dotat cu CNC, realizat prin colaborarea I.C.T.C.M., I.F.T.A.R. și IPA, va conduce la completarea teoriei care, astfel, va putea deveni un instrument eficace pentru utilizarea calculatorului la stabilirea tehnologiilor optime de prelucrare conturată a oricărui material.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Arata, Y., Miyamoto, I., Kubota, M.:* Some Fundamental Properties of High Power CW Laser Beam as a Heat Sources.

[2] *Foster, J. C.:* Industrial Aplications of High Power Laser's. Paper IX-1, Electro-Optics '71 West, May, 20, 1971.

[3] x x x : Instalație laser cu CO_2 pentru prelucrări neconvenționale, ICTCM București, martie, 1983.

[4] x x x : Manualul inginerului, vol. I, II. Ed. Tehnică, București, 1965.

[5] *Feynmen, R.:* Fizica modernă. Vol. II, Ed. Tehnică, 1970.

[6] *Dumitraș, D. C.:* Laseri cu gaz. Ed. Academiei R.S.R., București, 1982.

[7] *Sarbac, I. Gh.:* Matematici speciale. Ed. didactică și pedagogică, 1981.

CZ : 621.9:534.321.9

Cercetări privind influența ultrasunetelor asupra tensiunilor remanente în diferite produse prelucrate sau tratate cu ultrasunete

Șef lucr. dr. ing. Gheorghe **AMZA** — Institutul politehnic București

Generalități

Pentru a mări fiabilitatea organelor de mașini, se folosește o prelucrare de finisare prin deformare plastică a stratului superficial, care își găsește o aplicare tot mai largă în diferitele domenii ale industriei constructoare de mașini. Procesul de deformare plastică la rece a stratului superficial are ca rezultat nu numai îmbunătățirea macro și microgemometriei suprafeței, a preciziei dimensionale și de formă, ci și îmbunătățirea proprietăților fizico-mecanice și fizico-chimice ale pieselor prelucrate. Dezavantajele metodelor clasice de deformare plastică la rece [4, 5] constau în aceea că necesită forțe de apăsare mari, mașini specializate, sculele și utilajele sînt complicate și greu de realizat, se introduc tensiuni reziduale mari, productivitatea este relativ scăzută și tehnologia de prelucrare destul de complicată. O metodă eficace pentru micșorarea sarcinilor statice de deformare este aceea de a aplica — fie materialului, fie sculelor-oscilații ultrasonore, energia ultrasonoră contribuind deosebit în desfășurarea procesului de deformare. Avantajele acestei metode, referitoare la utilajul folosit pentru prelucrare, rezultă din forțe statice de deformare mici, simplitatea schemei cinematice, scule relativ simple și ușor de realizat, posibilitatea utilizării unor mașini-

unelte universale, posibilitatea prelucrării diferitelor tipuri de suprafețe și productivitatea ridicată.

Procedeul de deformare plastică la rece a stratului superficial, în cîmp ultrasonor, conduce la îmbunătățirea rugozității suprafețelor de 4 ... 20 ori, realizarea unor suprafețe lucii-glisante cu un strat superficial ecruisat, creșterea durității stratului superficial de 2 ... 6 ori, creșterea rezistenței la uzură și coroziune, creșterea rezistenței la oboseală și micșorarea considerabilă a tensiunilor remanente.

Schema generală de principiu a unei instalații de durificat, netezit și detensionat, în cîmp ultrasonor, este dată în figura 1.

Cercetări privind influența ultrasunetelor asupra tensiunilor remanente în probele durificate și netezite în cîmp ultrasonor

Procesul de deformare plastică la rece a stratului superficial utilizînd energia ultrasonoră este însoțit și de deformări elastice ale stratului superficial și chiar de deformarea elastică a piesei în ansamblu. Ca urmare a

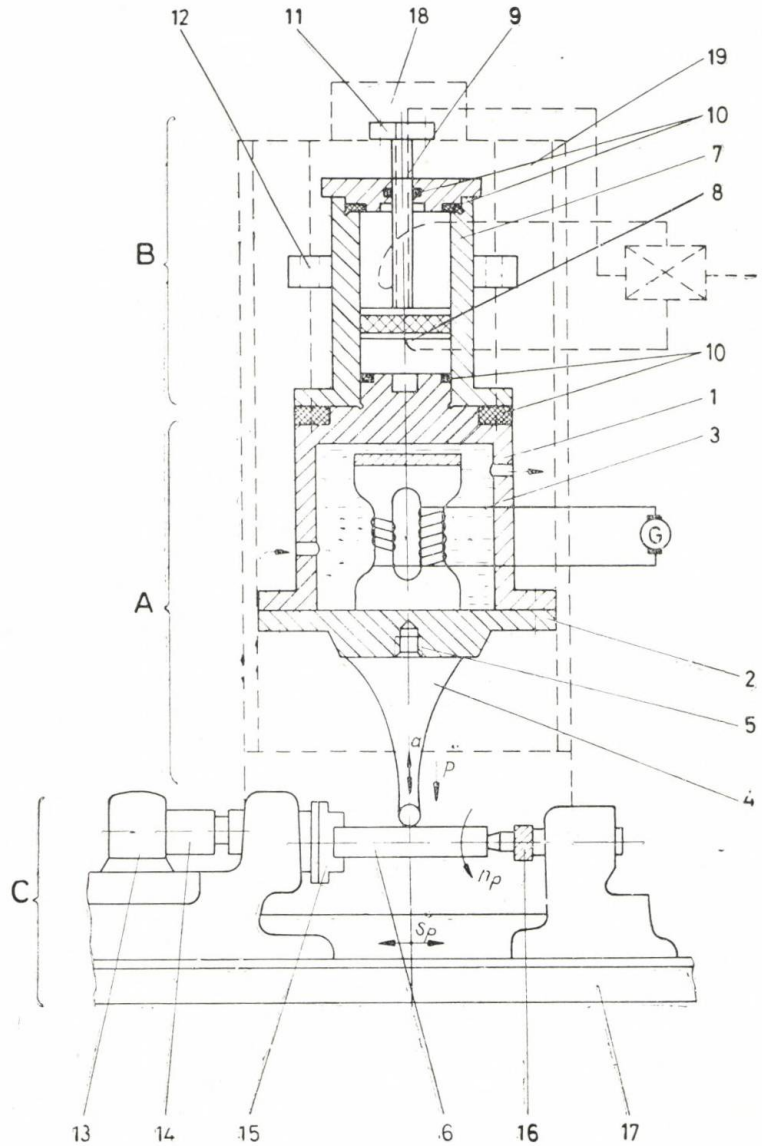


Fig. 1 Schema generală de principiu a insalației de durificat, netezit și detensionat în cîmp ultrasonor.

A — blocul ultrasonic : 1 — transductor; 2 — flanșă nodală; 3 — înfășurare; 4 — concentrator de energie ultrasonoră; 5 — șurub de cuplaj; B — blocul pneumatic pentru realizarea forței de apăsare; 7 — cilindru de presiune; 8 — piston; 9 — tija distribuitor; 10 — garnituri etanșare; 11 — sistem de fixare; 12 — role de ghidare; C — sistemul de antrenare al piesei: 13 — păpușă fixă; 14 — ghidaj; 15 — universal de prindere; 16 — vîrf rotitor; 17 — masa mașini.

deformărilor plastice și elastice care se produc simultan în timpul prelucrării în cîmp ultrasonor, au loc — în masa de metal deformat — dislocații și alunecări care creează o stare de tensiuni remanente. Acest fenomen are o importanță deosebită deoarece conduce la îmbunătățirea proprietăților fizico-mecanice și fizico-chimice ale suprafețelor prelucrate.

După volumul în care se echilibrează, tensiunile remanente sînt de trei genuri [2], [6], [7], [9]. Tensiunile remanente de primul gen, denumite și „zonale", se echilibrează în volumul întregii epruvete sau piese. Aceste tensiuni sînt foarte importante, deoarece ele conduc la deformarea pieselor și apariția microfisurilor în timpul prelucrării lor, sau și în timpul exploatării lor. Tensiunile reziduale de al doilea gen se echilibrează în volume, a căror întindere variază de la cîteva celule elementare, pînă la volumul unui cristalit, sau al unei părți ale cristalelor cuprinse între planurile de forfecare. Tensiunile reziduale de al treilea gen se echilibrează în limitele unor grupe nu prea mari de atomi, care se află la granițele grăunților, lîngă planurile de forfecare etc. Prezența tensiunilor de al II-lea și de al III-lea gen nu duce la deformația produselor, dar are o influență puternică asupra celor mai diferite proprietăți mecanice, fizice și fizico-chimice ale metalului prelucrat.

Mărimea tensiunilor remanente este foarte diferită și nesimetrică, pe adîncimea stratului deformat plastic în cîmp ultrasonor, dar pe lungimea piesei acestea păstrează aceleași valori și distribuții, în limita păstrării aceluiași regim de prelucrare. Prin urmare, fiecărui tip de tensiune remanentă îi corespunde o anumită schimbare structurală și deci un anumit fel de modificare a imaginii difracției razelor X, față de imaginea ce corespunde metalului în stare detensionată [6, 7].

S-a folosit, pentru determinarea tensiunilor reziduale, difracția razelor X, deoarece acest procedeu oferă o serie de avantaje față de celelalte metode : este o metodă nedistructivă, permite determinarea numai a deformărilor elastice (spre deosebire de celelalte care pun în evidență suma deformațiilor elastice și plastice), este singura metodă ce pune foarte bine în evidență tensiunile remanente din stratul superficial. Aceste avantaje rezultă din faptul că metoda cu raze X, este o metodă fundamentală de măsurare a distanțelor interplanare, care sînt modificate de deformările elastice, dar nu și de curgerea plastică [7, 8, 9].

Dacă se consideră o epruvetă cilindrică de diametru D și lungimea L, supusă unei tensiuni σ, orientată pe direcția axei sale și se consideră că ea se comportă ca un corp perfect elastic, omogen și izotrop, atunci deformarea axială ε, a epruvetei este dată de expresia :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{\sigma}{E}, \tag{1}$$

în care E este modulul Young.

Se știe că pentru a specifica complet starea de tensiune într-un punct al unui solid izotrop, sînt necesare șase componente : σ_x, σ_y, σ_z, τ_{xy}, τ_{xz} și τ_{yz}. Dacă axele de coordonate sînt alese în așa fel încît tensiunile de forfecare să fie zero, tensiunile principale, σ_1, σ_2 și σ_3 sînt legate de deformațiile principale ε_1, ε_2 și ε_3 prin relațiile :

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_1 &= \frac{1}{E}[\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)] \\ \varepsilon_2 &= \frac{1}{E}[\sigma_2 - \mu(\sigma_1 + \sigma_3)] \\ \varepsilon_3 &= \frac{1}{E}[\sigma_3 - \mu(\sigma_1 + \sigma_2)] \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

în care μ este coeficientul Poisson.

Dacă se presupune că materialul este izotrop elastic și e supus la tensiunile σ_1 și σ_2 ($\sigma_3 = 0$) în planul suprafeței, deformația principală ε_3 va fi :

$$\varepsilon_3 = -(\sigma_1 + \sigma_2)\frac{\mu}{E} \tag{3}$$

Deformarea unui material policristalin, definită de ecuația (1), înseamnă la scară microscopică modificarea distanțelor interplanare, ea putînd fi scrisă :

$$\varepsilon = \frac{d_\perp - d_0}{d_0} \tag{4}$$

în care :

$d_\perp$, este distanța interplanară în proba tensionată ;

d_0 — aceeași distanță dar în proba netensionată.

În aceste condiții se poate determina ușor $(\sigma_1 + \sigma_2)$ cu relația (2) :

$$\sigma_1 + \sigma_2 = -\frac{E}{\nu}\left(\frac{d_\perp - d_0}{d_0}\right) \tag{5}$$

Prin urmare, problema care se pune în acest caz este determinarea experimentală a distanțelor interplanare, prin difracția razelor X în probele tensionate și în probele netensionate. Considerînd modelul Bragg de difracție, familia de plane *(hkl)*, caracterizată de distanța interplanară d_{hkl}, va produce ma-

xime de difracție dacă radiația de lungime de undă λ, va cădea pe această familie de plane sub un unghi θ, care verifică relația :

$$n\lambda = 2d_{hkl}\sin\theta \tag{6}$$

în care n este un număr întreg și dă ordinul maximului.

Distanțele interplanare se determină citind pozițiile unghiulare corespunzătoare lor, cu relația :

$$d_i = \frac{\lambda}{2\sin\theta_i} \tag{7}$$

Pentru a afla situația complexă a tensiunilor într-un volum de material și pentru o interpretare corectă nu este suficient să se cunoască suma $(\sigma_1 + \sigma_2)$. De aceea, dacă din epruveta considerată se ia un element de volum de formă sferică, acesta sub acțiunea tensiunilor se va deforma într-un elipsoid. Deformația normală ε, în oricare direcție, este dată de ecuația :

$$\varepsilon = a_1^2 \cdot \varepsilon_1^2 + a_2^2 \cdot \varepsilon_2^2 + a_3^2 \cdot \varepsilon_3^2 \tag{8}$$

unde ε_1, ε_2, ε_3 sînt deformațiile principale și a_1, a_2, a_3 — cosinusurile directoare ale direcției alese (fig. 2) ;

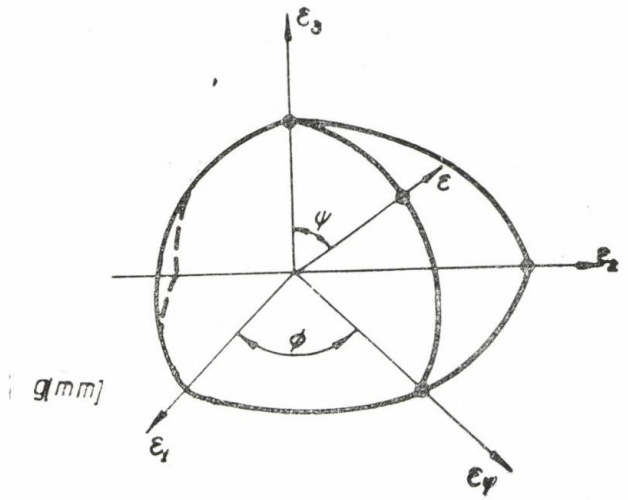


Fig. 2 Elipsoidul deformațiilor.

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= \sin\psi\cos\varnothing\ ; \\ a_2 &= \sin\psi\sin\varnothing \\ a_3 &= \cos\psi \end{aligned}\right\} \tag{9}$$

Dacă se introduc (9) și (2) în ecuația (8) și dacă se pune $\sigma_3 = 0$ (deoarece tensiunea normală la o suprafață liberă este zero), atunci rezultă :

$$\varepsilon - \varepsilon_3 = \frac{1+\nu}{E}(\sigma_1\cos^2\varnothing + \sigma_2\sin^2\varnothing)\sin^2\psi \tag{10}$$

În cazul în care $\psi = 90^0$ și d_ψ, este distanța interplanară în direcția ψ, ecuația (10), devine :

$$\varepsilon - \varepsilon_3 = \frac{d_\psi - d_0}{d_0} - \frac{d_\perp - d_0}{d_0} = \frac{d_\psi - d_\perp}{d_0} \tag{11}$$

iar tensiunea $\sigma_\varnothing$, devine :

$$\sigma_\varnothing = \frac{d_\psi - d_\perp}{d_\perp} \cdot \frac{E}{1+\mu} \cdot \frac{1}{\sin^2\psi} \tag{12}$$

Prin urmare, componentele tensiunii în orice direcție dorită sînt determinate prin dublă expunere : una cu fascicul normal la suprafață rezultînd $d_\perp$ și alta cu fascicol înclinat rezultînd d_ψ și σ_Φ [6, 7].

Precizia maximă se obține dacă se folosește o expunere perpendiculară, împreună cu trei expuneri înclinate la unghiurile azimutale $\varnothing$, $\varnothing + 60^0$ și $\varnothing - 60^0$. Componentele tensiunii în planul suprafeței la unghiurile $\varnothing$, $\varnothing + \alpha$, $\varnothing - \alpha$ sînt date de relațiile (fig. 3):

$$\left.\begin{aligned} \sigma_\Phi &= \frac{1}{2}(\sigma_1+\sigma_2) + \frac{1}{2}(\sigma_1-\sigma_2)\cos 2\varnothing \\ \sigma_{\Phi+\alpha} &= \frac{1}{2}(\sigma_1+\sigma_2) + \\ &+ \frac{1}{2}(\sigma_1-\sigma_2)\cos 2(\varnothing+\alpha) \\ \sigma_{\Phi-\alpha} &= \frac{1}{2}(\sigma_1+\sigma_2) + \\ &+ \frac{1}{2}(\sigma_1-\sigma_2)\cos 2(\varnothing-\alpha) \end{aligned}\right\} \tag{13}$$

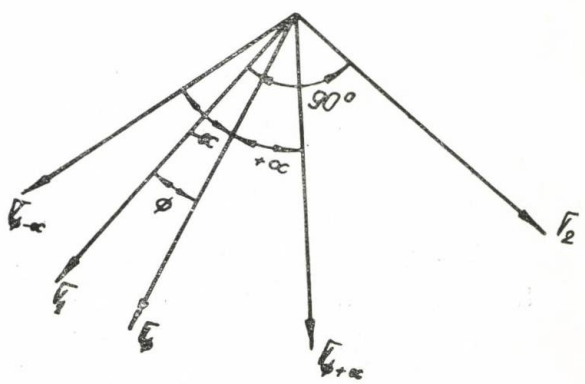


Fig. 3 Componentele tensiunii în planul suprafeței.

Rezolvînd ecuațiile (13), pentru $\alpha = 60^0$ se obține :

(14)

$$\begin{cases} \sigma_1 = \frac{1}{3}[\sigma\Phi + \sigma\Phi_{-60} + \sigma\Phi_{+60} + \\ + \sqrt{(2\sigma\Phi - \sigma\Phi_{-60} - \sigma\Phi_{+60})^2 + 3(\sigma\Phi_{-60} - \sigma\Phi_{+60})^2}] \\ \sigma_2 = \frac{1}{3}[\sigma\Phi + \sigma\Phi_{-60} + \sigma\Phi_{+60} - \\ - \sqrt{(2\sigma\Phi - \sigma\Phi_{-60} - \sigma\Phi_{+60})^2 + 3(\sigma\Phi_{-60} - \sigma\Phi_{+60})^2}] \\ \operatorname{tg} 2\varnothing = \frac{\sqrt{3}(\sigma\Phi_{-60} - \sigma\Phi_{+60})}{2\sigma\Phi - \sigma\Phi_{-60} - \sigma\Phi_{+60}} \end{cases}$$

Studiul röentgenografic s-a efectuat pe un difractometru tip DRON-2, pe epruvete confecționate din aluminiu, oțel carbon de calitate și oțel aliat, prelucrate cu și fără ultrasunete. În experimentările efectuate s-a utilizat un tub de raxe X, cu anticatoda din cupru cu $\lambda k\alpha_1 = 1{,}93597$ Å și $\lambda k\alpha_2 = 1{,}93991$ Å, un gonimetru instalat să lucreze în regim, probă fixă-contor mobil, un contor Geiger Müller cu sistemul corespunzător de înregistrare pe bandă de hîrtie și un calculator de proces.

Experimentările s-au efectuat pe probe cilindrice cu $D = 30$ mm și lățimea $b = 5{,}0$ mm, confecționate din Al 99,5, OLC 45 și 41 Mo C 11, supuse la trei tipuri de prelucrări diferite, pentru a permite o intrepretare cît mai corectă și pentru a putea desprinde concluzii importante legate de aportul energiei ultrasonore.

Pentru a elimina eventualele erori care s-ar dotora instalației de experimentare, la început s-au efectuat măsurări pe probe etalon existente în trusa aparatului, obținîndu-se valori pentru θ_E, în bună concordanță cu cele date în fișele ASTM 4—0787. Erorile nesistematice provenite din imprecizia citirii diagramei s-au considerat de $\pm 1{,}0$ mm pe hîrtie, ceea ce conduce la o eroare în d de $\approx \pm 1{,}5 \cdot 10^{-4}$ Å, valoare acceptabilă.

Pentru ca interpretarea rezultatelor să fie ușoară, s-au așezat una lîngă alta röentgenogramele obținute la probele din același material, dar prelucrate diferit și comparate cu proba etalon și cu probele supuse unui tratament termic de recoacere. Tratamentul termic de recoacere s-a făcut în felul următor : proba din materialul corespunzător s-a introdus în-

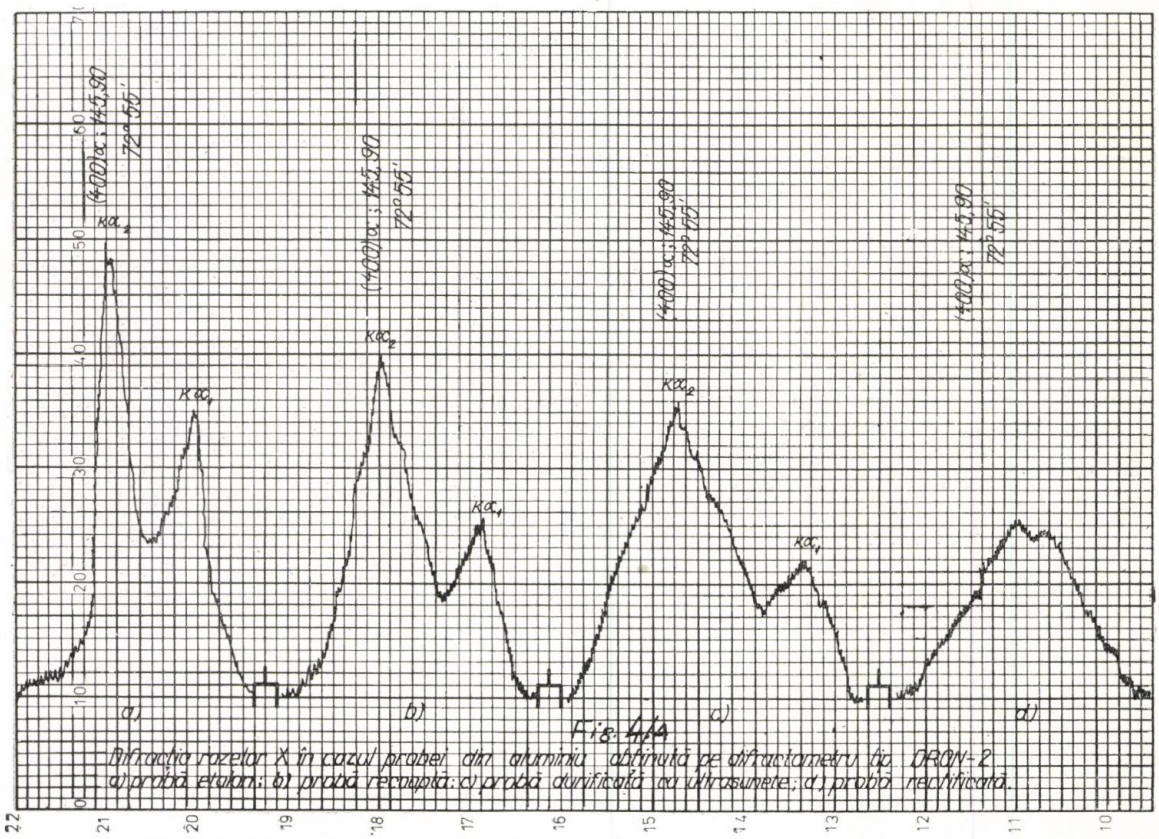


Fig. 4/A Difracția razelor X în cazul probei din Al 99,5 folosind reflexul (400) α obținută pe difractometru tip DRON-2 ;
a) proba etalon; b) proba recoaptă; c) probă durificată și netezită cu ultrasunete; d) probă rectificată.

tr-un tub de cuarț, prin care s-a suflat argon cu puritatea 99,8%, introdus într-un cuptor la 250°C (pentru Al 99,5) și la 450°C (pentru OLC 45 și 41 Mo C 11) și menținute timp de 6 ore, după care a urmat o răcire lentă în cuptor. Pentru aluminiu s-a folosit pentru determinări „refluxul" (400) α, care apare la, $\theta = 72^0 55'$ (fig. 4/A) cît și „reflexul" (200) α care apare la $\theta = 38^0\ 35'$ (fig. 4/B), maxime convenabile atît din punct de vedere al intensității cît și datorită rezolvării suficient de bine a dubletului $k\ \alpha_1$ și $K\ \alpha_2$.

Pentru OLC 45, s-a folosit pentru determinări „reflexul" (110) α, care apare la $\theta = 28^0$ 34' (fig. 4/C) și „reflexul" (211) α care apare la $\theta = 55^0\ 54'$ (fif. 4/D). Pentru oțelul aliat 41 Mo C 11, s-a folosit același reflex ca și în cazul lui OLC 45 (fig. 4/E) și (fig. 4/F). Analizînd toate röentgenogramele obținute pe cele trei tipuri de materiale diferite se constată că linia de difracție are lățime diferită care depinde atît de condițiile de determinare (dimensiunea epruvetelor, divergența fascicolului, monocrismatismul nu prea riguros al fasciculului, prezența dubletului $K\alpha$ etc.), cît și de particularitățile structurii cristaline a epruvetelor (dimensiunea grăunților, caracterul de deformare al rețelei etc.).

Lățimea liniei de difracție B, este definită cu relația :

$$B = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} I_{(x)}dx}{I_{max}}, \qquad (15)$$

în care $I_{(x)}$, este intensitatea liniei de difracție și I_{max} — intensitatea maximă a liniei de difracție care are loc pentru unghiul θ_0, determinat cu formula Wulf — Bragg.

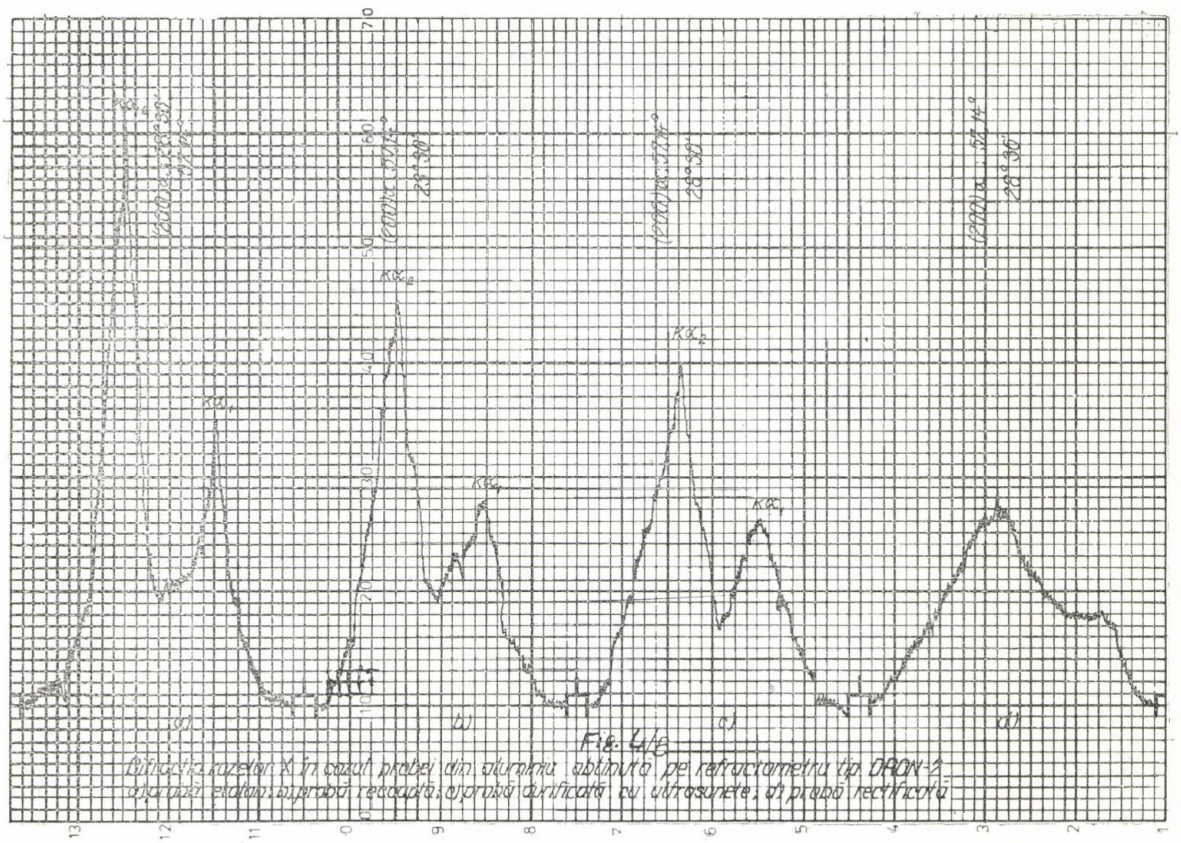


Fig. 4/B Difracția razelor X în cazul probei din Al 99,5 folosind reflexul (200) α obținută pe difractometru tip DRON-2;
a) proba etalon; b) proba recoaptă; c) proba prelucrată cu ultrasunete; d) proba rectificată.

Dacă se notează cu $f_{(x)}$ intensitatea liniei de difracție în punctul x, (luat față de origine determinată), cu $g_{(x)}$, curba experimentală obținută la epruvete cu grăunți mari și netensionată și cu $h_{(x)}$, curba experimentală care

ne interesează (fig. 5), se poate face o analiză completă a lățirii reale a curbei de difracție pornind de la egalitatea :

$$h_{(x)} = \int_{-\infty}^{+\infty} f_{(y)} g_{(x-y)}\, dy \qquad (16)$$

În practică se măsoară $g_{(x)}$ și $h_{(x)}$, prin intervale discrete, și integrala (16) se înlocuiește cu suma :

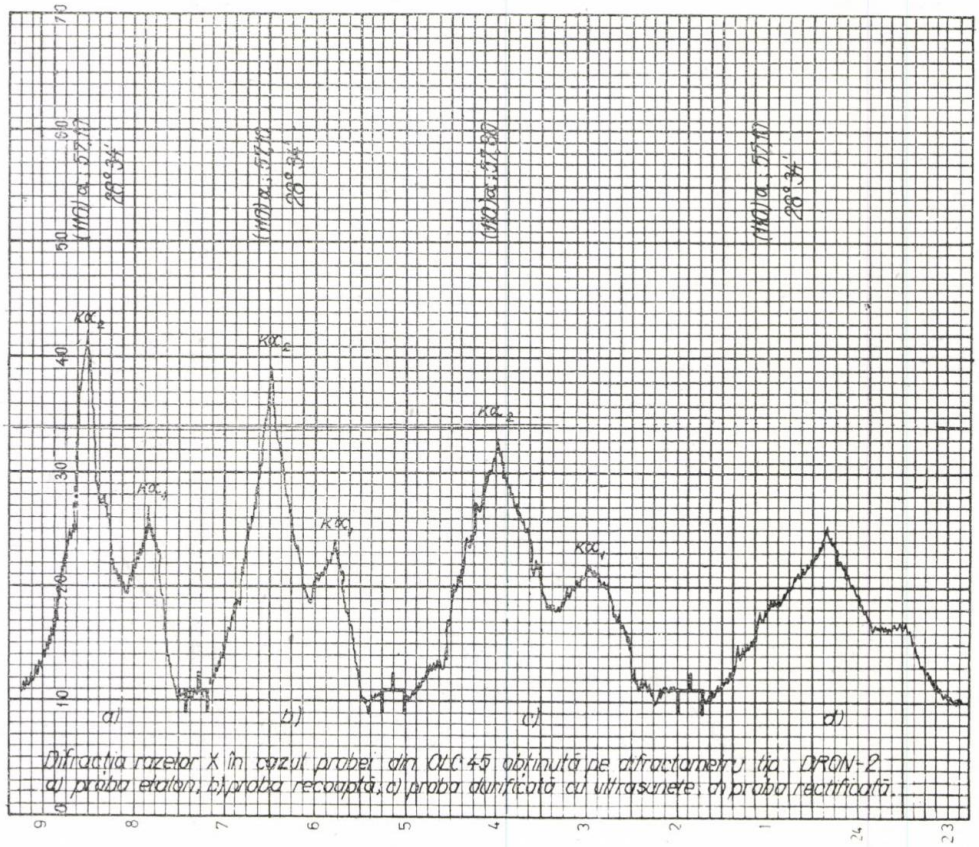
$$h_{(x)} = \sum f_{(y)} g_{(x-y)}\, \delta_y \qquad (17)$$

în care δ_y este de ordinul 0,1 mm. Pentru determinarea lui $f_{(x)}$, se descompun toate cele trei funcții în seria lui Fourier în interval $[-a/2, a/2]$, ales în așa fel ca $g_{(x)}$ și $h_{(x)}$ de la extremități să fie egale cu zero. În acest caz :

$$\left.\begin{aligned} f_{(x)} &= \sum_{t=-\infty}^{+\infty} F_{(t)} e^{-2\pi i t \cdot \frac{x}{a}}; \\ g_{(x)} &= \sum_{t=-\infty}^{+\infty} G_{(t)} e^{-2\pi i t \cdot \frac{x}{a}}; \\ h_{(t)} &= \sum_{t=-\infty}^{+\infty} H_{(t)} e^{-2\pi i t \cdot \frac{x}{a}} \end{aligned}\right\} \qquad (18)$$

în care t este număr întreg (indicele însemnării), iar F, G, H sînt amplitudinile complexe, egale analog fiecare cu :

$$F_{(t)} = \frac{1}{a} \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} f_{(x)} e^{2\pi i t \frac{x}{a}}\, dx; \qquad (19)$$



Difracția razelor X în cazul probei din OLC 45 obținută pe difractometru tip DRON-2 a) proba etalon; b) proba recoaptă; c) proba durificată cu ultrasunete; d) proba rectificată.

Fig. 4/C Difracția razelor X în cazul probei din OLC 45 folosind reflexul „(110) α" obținută pe difractometrul tip DRON-2 :
a) proba etalon; b) — proba recoaptă; c) proba prelucrată cu ultrasunete; d) — proba rectificată.

Amplitudinea funcției căutate $f_{(x)}$, se poate calcula dacă sînt cunoscuți coeficienții seriilor $H_{(t)}$ și $G_{(t)}$, care reprezintă funcțiile experi-

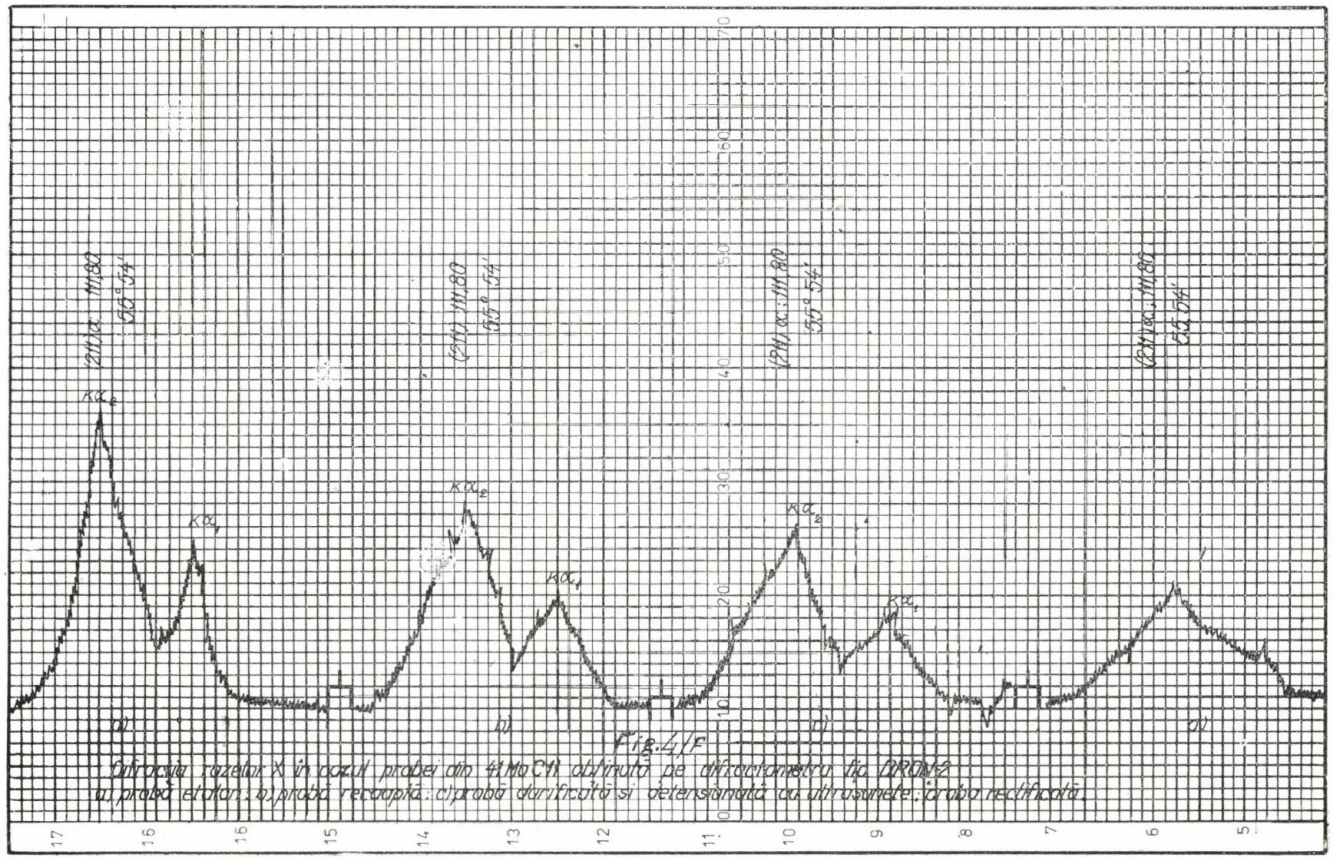


Fig. 4/D Difracția razelor X în cazul probei din OLC 45 folosind reflexul „(211)α" obținute pe difractometrul tip DRON-2 :
a) proba etalon; b) — proba recoaptă; c) proba prelucrată cu ultrasunete; d) — proba rectificată.

mentale $h_{(x)}$ și $g_{(x)}$. Calcularea coeficienților $G_{(t)}$ și $H_{(t)}$ se face cu ajutorul platbandelor sinusurilor și cosinusurilor :

$$G^{\text{real}} = \frac{1}{a}\int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} g_{(x)} \cos 2\pi t \frac{x}{a}\, dx;$$

$$G^{\text{imaginar}} = \frac{1}{a}\int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} g_{(x)} \cdot \sin 2\pi t \frac{x}{a}\, dx \qquad (20)$$

De la integrale se trece la sume, intervalul împărțindu-se în 48 sau 60 de părți egale și rezultă în final :

$$f_{(x)} = \sum_{t=-\infty}^{+\infty} F^{\text{real}}(t) \cos 2\pi t \frac{x}{48} +$$

$$+ \sum_{t=-\infty}^{+\infty} F^{\text{imaginar}}(t) \sin 2\pi t \frac{x}{48} \qquad (21)$$

pe minicalculatorul tip KSR-4100. Programarea s-a făcut în limbaj mașină (ASEMBLER).

Analizînd röentgenogramele obținute precum și rezultatele determinărilor făcute pe cele trei categorii de materiale, se pot trage următoarele **concluzii** [1, 2, 3] :

1⁰. La toate cele trei categorii de materiale prelucrate prin deformare plastică a stratului superficial în cîmp ultrasonor, se constată o modificare a imaginii difracției razelor X, în comparație cu imaginea obținută pe probele supuse tratamentului termic de recoacere, această modificare fiind însă foarte mică ceea ce denotă că starea globală a cîmpului de tensiuni este asemănătoare. Faptul că maximul de difracție este foarte puțin deplasat spre dreapta, denotă că mai sînt încă tensiuni reziduale de ordinul I, dar acestea au asemenea valori că sînt nesemnificative, spre deosebire de procedeul luat drept comparație (rectificarea), unde deplasarea maximului de difracție este destul de mare la Al 99,5 și OLC 45 și foarte mare la 41 Mo C 11.

2⁰. Faptul că se produce lățirea liniilor de difracție dovedește fie o modificare substanțială a granulației materialului prelucrat, fie prezența unor tensiuni reziduale de ordinul II și III, fie modificarea substanțială a granulației însoțită de puternica creștere a mărimii tensiunilor de ordinul II și III. Nu poate fi vorba de o amplificare a acestora datorită erorii instrumentu-

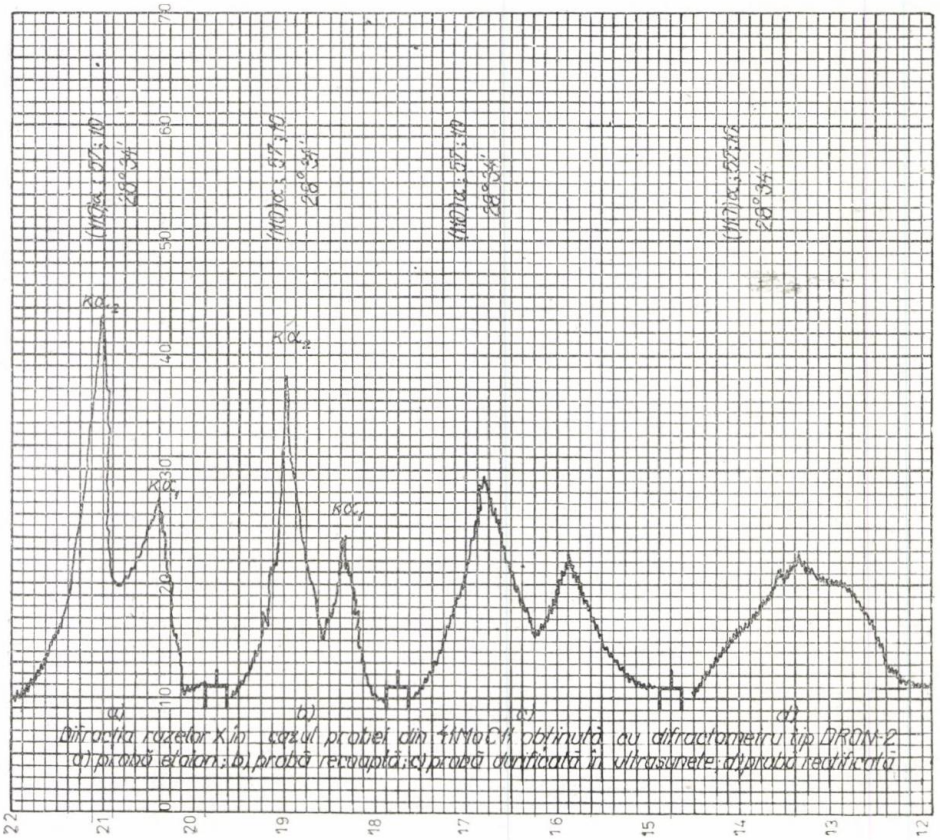


Fig. 4/E Difracția razelor X în cazul probei din 41 Mo C 11, folosind reflexul „(110) α" obținută pe difractometrul tip DRON-2 :
a) proba etalon; b) — proba recoaptă; c) proba prelucrată cu ultrasunete; d) — proba rectificată.

O parte din rezultatele experimentale sînt date în tabelul 1, prelucrarea lor făcîndu-se

lui de cercetare deoarece la etalonarea lui s-au determinat aceste erori ; ele avînd o valoare de ± 0,0005⁰

[6, 8]. Faptul că se îmbunătățesc foarte mult proprietățile mecanice și fizice crește duritatea și rezistența la uzură, crește rezistența la oboseală și rezistența la trac-

5⁰. Imaginea difracției razelor X, la probele prelucrate prin deformarea plastică a stratului superficial în cîmp ultrasonor, fiind sensibil apropiată de imaginea

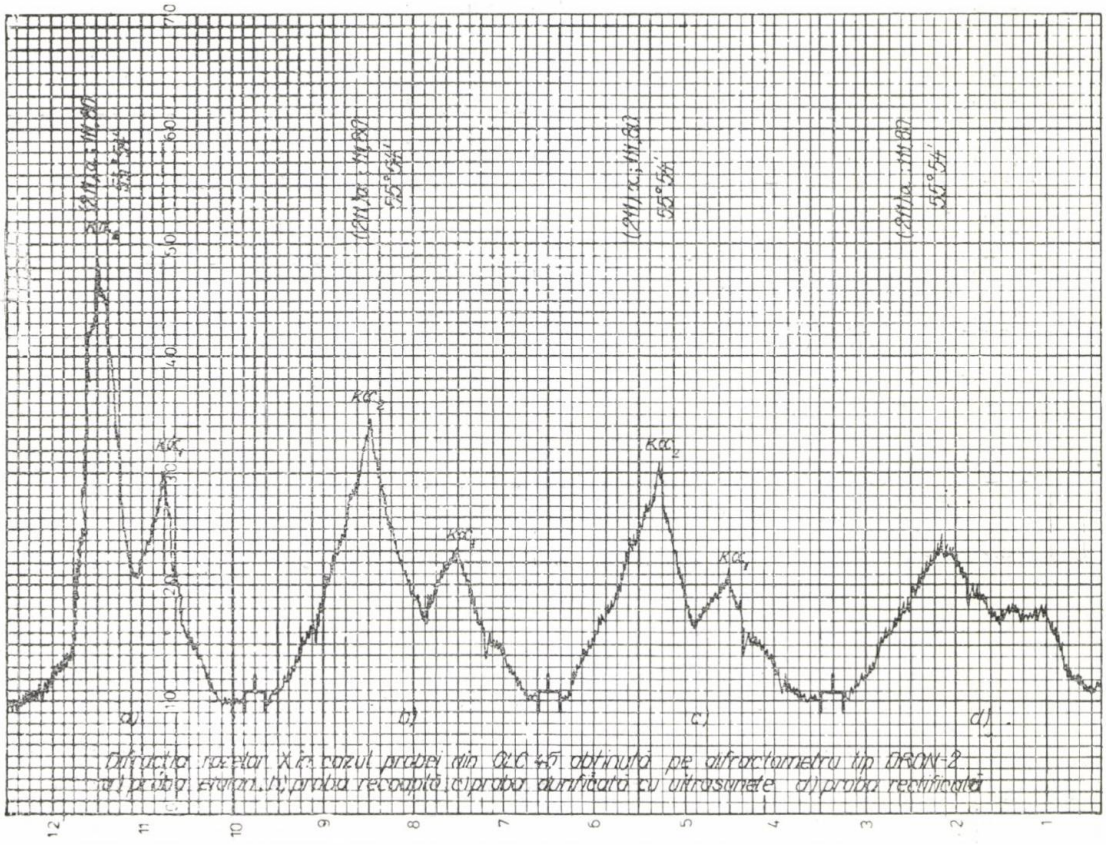


Fig. 4/F Difracția razelor X în cîmpul probelor din 41 Mo C 11, folosind reflexul „(211) α" obținută pe difractometrul tip DRON-2 :
a) proba etalon; b) — proba recoaptă; c) — proba prelucrată cu ultrasunete; d) proba rectificată.

țiune) demonstrează prezența unor tensiuni de ordinul II și III, demonstrează o puternică creștere a densității dislocațiilor, ea neputînd fi pusă numai pe seama modificării granulației sau a structurii în general.

3⁰. Lățirea liniei de difracție, destul de mult la rectificare în comparație cu celelalte procedee, demonstrează existența unor tensiuni de ordinul II, deoarece nu poate fi vorba de o modificare substanțială a mărimii grăunților cristalini și nici de o puternică creștere a densității dislocațiilor, lucru ce rezultă și din analiza proprietăților suprafeței prelucrate. Deplasarea substanțială a maximului de difracție, în cazul rectificării, demonstrează prezența tensiunilor de ordinul I care sînt predominante în comparație cu cele de ordinul II și III. Acest lucru demonstrează că starea de tensiuni remanente, care ia naștere la suprafața piesei prelucrate prin rectificare, se deosebește prin aceea că au un gradient ridicat, fapt ce face ca de multe ori starea de tensiuni să depășească limita de curgere a materialului și să conducă la apariția microfisurilor [2, 6].

4⁰. Modificarea imaginii difracției razelor X diferă foarte puțin, în funcție de regimul de prelucrare folosit ; ea prezintă o deplasare mai mică a maximului de difracție, în cazul folosirii unor unde ultrasonore de intensități mai mari, lucru ce nu se constată deloc în cazul folosirii unor regimuri diferite de rectificare la același material.

obținută la probele supuse tratamentului termic de recoacere de detensionare, demonstrează că în urma acestei prelucrări se obțin produse cu proprietăți fizico-mecanice și fizico-chimice deosebite și lipsite

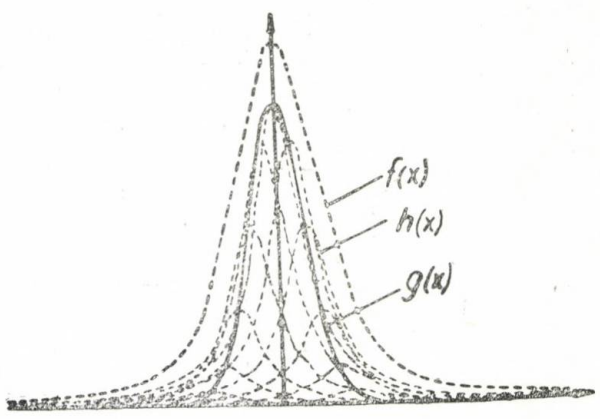


Fig. 5 Ilustrarea grafică a ecuației $h(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} \cdot f(y) \cdot g\,(x-y)\,dy$

Cîteva rezultate experimentale obținute în urma difracției razelor X, pe instalația DRON-2 $\lambda K\alpha_1 =$ **1,93597 Å ;** $\lambda K\alpha_2 =$ **1,93991 Å ;** $\lambda K\beta =$ **1,75660 Å**

Tabelul 1

Nr. crt.	Materialul	Planul (hul)	$\sin\theta_j$	[°]	θ_j[°]	Factor de repetab.	Factor de unghi	$d_j = \frac{\lambda}{2\sin\theta_j}$	Starea probei: Recoaptă h_j	Recoaptă i_j	Recoaptă s_j	Recoaptă e_j	Ultrasonată h_j	Ultrasonată i_j	Ultrasonată s_j	Ultrasonată e_j	Rectificată h_j	Rectificată i_j	Rectificată s_j	Rectificată e_j
1	Al 99,5	(111) α	0,41167	48,90	24°55'	8	3,8	2,33804	206,5	103,2	3,8	0,00	100,5	50,25	5,2	0,05	87,6	43,8	3,85	2,1
2		(200) α	0,41618	157,14	28°15'	6	3,0	2,02405	61,5	30,75	4,5	0,00	28,1	14,05	4,9	0,12	20,5	10,25	4,9	3,2
3		(220) α	0,67643	85,12	42°37'	12	6,5	1,42103	7,2	3,6	5,5	0,00	3,75	1,875	6,1	0,35	3,0	1,50	6,7	1,75
4		(311) α	0,79273	104,88	52°44'	24	2,9	1,2210	10,2	5,1	10,0	0,00	5,62	2,81	13,5	0,06	6,4	3,2	10,9	2,25
5		(222) α	0,82801	111,78	55°54'	8	3,8	1,1690	71,9	35,9	9,0	0,00	60,2	30,1	9,7	1,17	17,8	8,9	9,5	3,17
6		(400) α	0,83236	145,90	72°53'	6	3,0	1,0124	85,4	42,7	11,0	0,00	72,5	36,25	12,5	1,5	22,2	11,1	11,2	1,15
Observații			—	—	—	—	—	—	fără tensiuni				Tensiuni de ordinul II + III				Tensiuni de ordinul I + II			
1	OLC 45	(110) α	0,4770	57,10	28°34'	12	6,5	2,0293	240,0	120,0	4,0	0,00	172,2	87,10	5,6	0,12	131,0	65,50	4,9	2,5
2		(200) α	0,6761	85,10	42°32'	6	3,0	1,43174	25,02	12,501	4,9	0,00	13,50	6,75	5,25	0,15	11,25	5,675	5,2	2,4
3		(211) α	0,8281	111,80	55°54'	24	2,9	1,16886	45,9	22,95	6,5	0,00	22,5	11,25	6,72	0,20	19,36	9,68	6,75	3,5
4		(220) α	0,9562	145,80	72°53'	12	6,0	1,06812	32,22	16,11	17,80	0,00	17,5	9,75	19,2	0,53	10,0	5,0	25,0	7,5
Observații			—	—	—	—	—	—	fără tensiuni				Tensiuni de ordinul II + III				Tensiuni de ordinul I + II			
1	41 Mo C 11	(110) α	0,4770	57,10	28°34'	12	6,5	2,0293	223,25	111,62	4,51	0,00	88,9	44,45	5,20	0,53	82,6	46,80	5,6	3,5
2		(200) α	0,6761	85,10	42°32'	6	3,0	1,43174	15,80	7,90	8,52	0,00	8,25	4,125	9,75	1,25	7,50	3,75	7,5	5,35
3		(211) α	0,8281	111,80	55°54'	24	2,9	1,16886	33,92	16,96	8,54	0,00	14,2	7,1	9,32	0,75	14,40	7,20	10,5	2,78
4		(220) α	0,9562	145,80	72°53'	12	6,0	1,06812	14,40	7,70	19,5	0,00	7,5	3,75	20,0	1,44	35,7	17,85	17,8	4,5
Observații			—		—	—	—	—	fără tensiuni				Tensiuni de ordinul II + III				Tensiuni de ordinul I + II			

aproape complet de tensiuni de ordinul I. Aceasta este şi observaţia foarte importantă care face procedeul de durificare şi netezire în cîmp ultrasonor mult mai indicat, decît rularea clasică, în urma căreia se obţin proprietăţi fizico-mecanice şi fizico-chimice asemănătoare, dar produse puternic tensionate [4, 5].

În procedeul de durificare, netezire şi detensionare cu ultrasunete interacţionează o serie de factori tehnologici, mecanici, acustici şi de altă natură, care influenţează diferit durita-

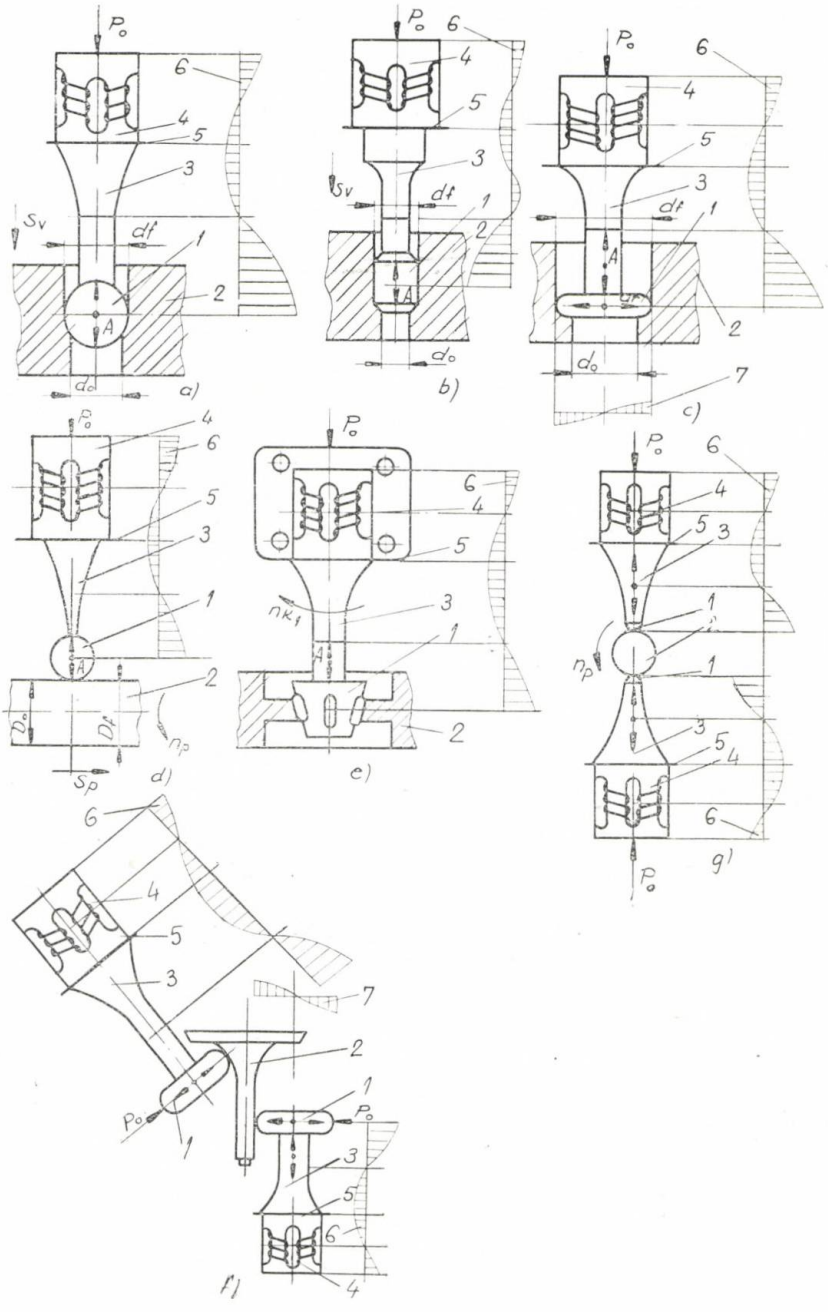


Fig. 6 Scheme posibile de introducere a energiei ultrasonore şi tipurile de suprafeţe ce pot fi prelucrate :

a) cu bilă şi vibraţii longitudinale; b) cu rolă şi vibraţii longitudinale şi radiale; d) cu bilă la suprafeţe exterioare; e) cu role şi vibraţii longitudinale pentru suprafeţe interioare; f) cu vibraţii complexe pentru suprafeţe profilate; g) cu sculă profilată şi vibraţii longitudinale sinfazice.

Cîteva scheme posibile de introducere a energiei ultrasonore, alese în funcţie de natura prelucrării şi în funcţie de configuraţia geometrică a suprafeţei, se prezintă în figura 6.

tea suprafeţei, rugozitatea suprafeţei, rezistenţa la oboseală, tensiunile interne şi alte proprietăţi fizico-mecanice şi fizico-chimice ale suprafeţei ; de aceea pentru stabilirea unei

tehnologii de prelucrare în cîmp ultrasonor trebuie luați toți acești factori, în corelația dintre ei.

Pentru determinarea dependenței dintre parametrii procesului de prelucrare și proprietățile obținute, s-a folosit metoda corelației multiple presupunînd funcții de forma :

$$\left.\begin{aligned} R_a^u &= C_1 \cdot A^{x1} \cdot \nu x2 \cdot P_0^{x3} \cdot R_{a0}^{x4} \cdot v_p^{x5} \cdot s_p^{x6} \cdot R_6^{x7} \cdot i^{x8} \\ HB^u &= C_2 \cdot A^{x1} \cdot \nu^{x2} \cdot p_0^{x3} \cdot HB_0^{x4} \cdot v_p \cdot s_p^{x6} \cdot R_b^{x7} \\ \sigma_{-1}^u &= C \cdot A^{x1} \cdot \nu^{x2} \cdot v_p^{x3} \cdot s_p^{x4} \cdot I^{x5} \cdot i^{x6} \cdot R_b^{x7} \\ \sigma_\varphi &= C \cdot A^{x1} \cdot \nu^{x2} \cdot v_p^{x3} \cdot s_p^{x4} \cdot I^{x5} \cdot i^{x6} \cdot R_b^{x7} \end{aligned}\right\} \quad (22)$$

în care :

R_a^u ; HB^u ; σ_{-1}^u ; σ_φ sînt rugozitatea, duritatea, rezistența la oboseală și respectiv cîmpul de distribuție a tensiunilor interne în probele prelucrate cu ultrasunete ;

A — amplitudinea oscilațiilor ultrasonore ;

ν — frecvența oscilațiilor ultrasonore ; v_p, n_p viteza și respectiv rotația piesei ;

i — numărul de treceri ;

I — intensitatea acustică ;

R_b — raza vîrfului sculei ce efectuează prelucrarea ;

x_i — coeficienți ce pot fi determinați pe cale experimentală.

În urma prelucrării datelor experimentale pe calculator și a trasării curbelor de variație a proprietăților luate în studiu, în funcție de parametrii procesului de prelucrare, se pot determina zonele de variație a diferiților parametri, pentru care proprietatea analizată este optimă.

Drept criteriu, pentru aprecierea calitativă și cantitativă a îmbunătățirii calității suprafețelor prelucrate, se calculează gradul de aport al energei ultrasonore cu relațiile :

$$\eta_{Ra} = \frac{R_a^u}{R_a^u} \cdot 100 \quad [\%] \quad (23)$$

$$\eta_{HB} = \frac{HB^u}{HB_0} \cdot 100 \quad [\%] \quad (24)$$

$$\eta_{\sigma_{-1}} = \frac{\sigma_{-1}^u}{\sigma_{-1}^u} \cdot 100 \quad [\%] \quad (25)$$

$$\eta_{\sigma_\varphi} = \frac{\sigma_\varphi^u}{\sigma_\varphi^u} \cdot 100 \quad [\%] \quad (26)$$

η_{Ra} este gradul de netezire acustică ;

η_{HB} — gradul de durificare acustică ;

$\eta_{\sigma-1}$ — gradul de creștere a rezistenței la oboseală ;

η_{σ_φ} — gradul de detensionare (în care s-a notat „0" — inițial) ;

u — cu ultrasunete.

Este de așteptat ca pe măsură ce apar noi produse, cu configurații din ce în ce mai complexe și confecționate din materiale cu proprietăți cu totul și cu totul deosebite, tehnologia aplicării energiei ultrasonore să-și găsească o înaltă eficiență.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Amza, Gh., Drimer, D.* : Metodă și instalație de netezit, durificat și detensionat în cîmp ultrasonor. Brevet de invenție nr. 69218 din 31.08.1978.

[2] *Amza, Gh.* : Contribuții la studiul fenomenelor de deformare plastică în cîmpul ultrasonor, Teză de doctorat 1978, Institutul Politehnic București.

[3] *Amza, Gh., Drimer, D.* : Îmbunătățirea calității suprafețelor pieselor prin netezire, durificare și detensionare în cîmp ultrasonor, Fiabilitatea în construcția de mașini, 2—4 nov. 1974, Iași.

[4] *Gavrilaș, I.* : Netezirea suprafețelor prin rulare, Construcția de mașini 6—7, 1966.

[5] *Gavrilaș, I.* : Netezirea și ecruisarea suprafețelor prin rulare, alunecare și lovire, Editura Tehnică, București, 1972.

[6] *Klugg, H., Alexander, P.* : X—Ray Diffraction Procedures for Polycristaline and Amorphous Materiale, John Wiley and Sous, New York, 1969.

[7] *Hanke, V.* : X—Ray Stress Measurement in the Range of Plastic Strains, Non — destructiv testing. Proceding of the fourth International Conference, 9—13 september, 1963.

[8] *Tobă, St., Constantinescu, I.* : Determinarea tensiunilor interne în probele prelucrate prin turnare. Sesiunea „Tehnologii eficiente în metalurgie și sectoarele calde", București, 7—9 sept. 1978.

[9] *Winsper, C.E., Sansome, D.H.* : The influence o oscilatory energy on the stresses during plastic deformation, Journal of the institute of metals, 1968, vol. 96, pag. 353—357.

CZ : 621.9:534.321.9

Optimizarea cuplului concentrator — sculă în prelucrarea materialelor prin ultrasunete

Ing. Rodica **CRIȘAN**, fiz. Victor **STEINER** — I.C.T.C.M. București

Prelucrarea materialelor cu ajutorul ultrasunetelor constă, în principal, în erodarea materialului piesei cu ajutorul particulelor abrazive, în cîmp ultrasonor. Particulele abrazive (pulbere din diamant sau carburi metalice), în amestec cu un lichid care are rol și de agent de răcire, sînt antrenate în mișcare de vibrație, în frecvențe ultrasonore ale cuplului concentrator-sculă și astfel, prin lovirea materialului, se dislocă fragmente care sînt îndepărtate prin circularea suspensiei abrazive. Astfel, se obține în piesă prelucrarea contraprofilului sculei (fig. 1).

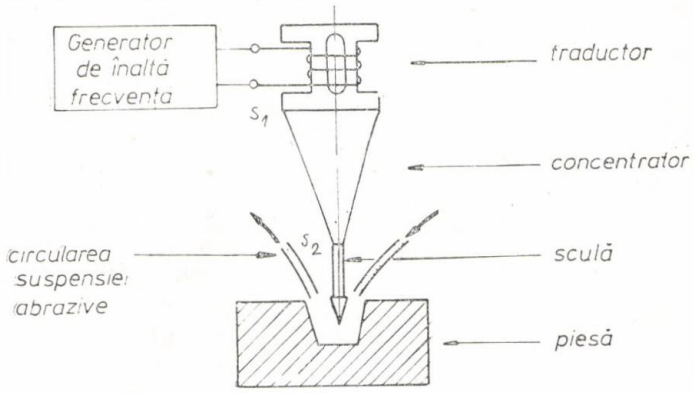


Fig. 1 Schema de principiu a prelucrării materialelor prin ultrasunete.

Acest proces de prelucrare este specific operațiilor de finisare în materiale dure, extradure și fragile (metalice, ceramice, cristale ș.a.).

Un rol important în obținerea unor performanțe ridicate, în procesul de prelucrare prin ultrasunete, îl are optimizarea cuplului concentrator sculă, rol determinat de creșterea amplificării oscilațiilor longitudinale produse în traductor.

Dacă secțiunea transversală a concentratorului scade progresiv, atunci energia undei ultrasonore, care pătrunde în concentrator prin interfața sa superioară (făcînd abstracție de pierderile prin radiație laterală și absorbție), este egală cu energia care iese din concentrator și se propagă mai departe în sculă. Astfel, odată cu scăderea secțiunii concentratorului, amplitudinea oscilației va crește :

$$\frac{A_1}{A_2} = \sqrt{\frac{S_1}{S_2}} \qquad (1)$$

unde :

A_1 și A_2 — amplitudinea oscilației ultrasonore pe suprafețele **1** și *2* ale concentratorului;

S_1 și S_2 — secțiunea suprafețelor **1** și **2** ale concentratorului.

Această relație, rezultată din legea de conservare a energiei, nu furnizează informații asupra distribuției de amplitudine a oscilațiilor și nu ține cont de forma profilului concentratorului, de amplasarea nodurilor și a ventrelor de oscilație.

În literatura de specialitate [1, 2], această problemă este tratată cu aproximație și pentru cazuri particulare. Unele programe de calcul elaborate de către unii autori [3] nu țin seama de influența regimurilor de amplificare a ultrasunetelor în cuplul concentrator-sculă asupra randamentului prelucrării.

În scopul analizei profilelor posibile de cuplu concentrator-sculă, a fost elaborat un program de calcul care rezolvă ecuația undelor rezultînd amplificarea și formele tipice de distribuție a amplitudinii oscilațiilor utrasonore, pentru 4 profile de concentrator : arbitrar, în trepte, exponențial și catenoidal. Cu ajutorul acestui program, se poate proiecta și optimiza orice tip de cuplu concentrator-sculă cu simetrie cilindrică. Pentru o frecvență utrasonoră dată, pentru care are loc rezonanța miezului magnetostrictiv al traductorului, și o formă anticipată a profilului, se stabilesc prin calcul pozițiile nodurilor și ale maximelor de ampli-

ficare, Acestea sînt necesare pentru definirea modului de prindere a flanșei concentratorului și a cuplării sale cu scula. În plus, domeniul de dimensiuni în care trebuie să se încadreze lungimea, variabilă datorată uzurii sculei în procesul de prelucrare, se alege astfel încît extremitatea sa să se plaseze în vecinătatea unui maxim accentuat de amplificare (fig. 2).

Dacă forma calculată a undei nu este satisfăcătoare, atît profilul cuplului, cît și dimensiunile sale se corectează, pînă la găsirea unei soluții optime. Viteza mare de rezolvare a acestei probleme pe calculator fac ca această metodă să fie eficientă și precisă. Modelarea matematică a procesului de amplificare a ultrasunetelor în cuplul concentrator-sculă s-a realizat pornind de la ecuația clasică a propagării undelor într-un mediu limitat [2, 3, 4] :

$$\left[\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{E}{\rho}\frac{1}{S(x)}\frac{\partial}{\partial x}\left(S(x)\frac{\partial}{\partial x}\right)\right]\Phi(x,t) = 0, \qquad (2)$$

unde :

X — coordonata axială x;
t — timpul;
E — modulul de elasticitate al materialului;
$S(x)$ — aria secțiunii transversale în punctul x;
$\Phi(x, t)$ — elongația oscilațiilor longitudinale în punctul x și la momentul t;
ρ — densitatea masică a concentratorului.

Condițiile la limită se aleg în mod adecvat. Separînd variabilele :

$$\Phi(x, t) = X(x) \sin \omega t \qquad (3)$$

și înlocuind (3) în (2), ajungem la ecuația care descrie forma undei, $X(x)$ într-un mediu cu secțiune variabilă $s(x)$:

$$\omega^2 + v^2 \frac{(s'/s)x' + x''}{X} = 0 \qquad (4)$$

unde :

$\omega = 2\pi\nu$; frecvența undei fiind ν;

$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$, viteza de propagare a undei.

Studiul soluțiilor ecuației (4) s-a efectuat în cazul particular al profilului exponențial :

$$S(x) = S_0 e^{-2x/\delta}, \qquad (5)$$

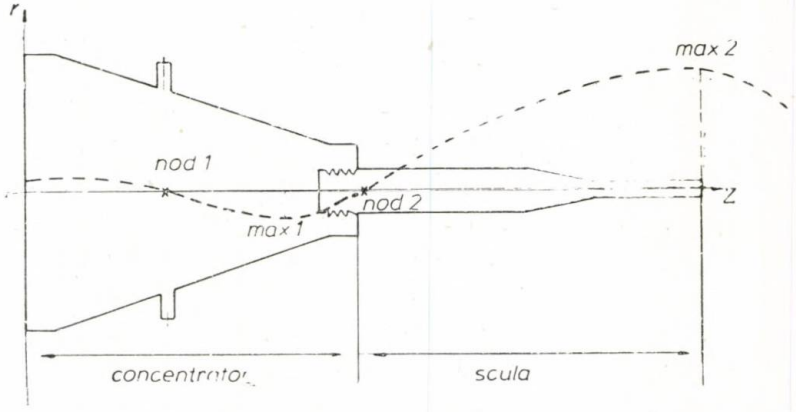


Fig. 2 Distribuția de amplificare a ultrasunetelor în cuplul concentrator-sculă.

unde δ = lungimea de atenuare a profilului. Astfel se pun în evidență regimurile de amplificare, a căror cunoaștere este esențială pentru adoptarea formei optime a profilului, la frecvența sa de funcționare.

În cazul unui profil arbitrar, rezolvarea ecuației (4) s-a efectuat printr-o metodă numerică, cu ajutorul unui program de calcul scris în acest scop — programul ULTRAS.

Programul este destinat proiectării unui concentrator ultrasonic cu profil optim, din punctul de vedere al amplificării sale. Pentru fiecare cuplu concentrator-sculă se specifică :

I. **Date de intrare**

— viteza US în geometrie-bară pentru materialul concentratorului [Km/s] ;
— frecvența US [kHz] ;
— profilul concentratorului (opțional) :

a) arbitrar ;
b) în trepte ;
c) exponențial ;
d) catenoidal.

Pentru fiecare dintre aceste profile se cer următoarele date :

a) concentrator cu profil arbitrar (secțiune circulară și interpolare lineară)

— numărul de puncte pentru care se specifică coordonatele x și y ;
— coordonatele acestor puncte [mm], conform figurii 3 ;

b) concentrator cu profil în trepte (secțiune circulară și interpolare lineară) :

— numărul de trepte pentru care se specifică coordonatele x și y ;
— coordonatele treptelor [mm], conform figurii 4 ;

c) concentrator cu profil exponențial (secțiune circulară, fig. 5) :

— opțional, raza la ieșire [mm] „r", sau lungimea de atenuare a profilului „δ"[mm] în baza relației :

$$r(x) = r_0 \frac{ch \frac{l - x}{\delta}}{ch \frac{l}{\delta}}$$

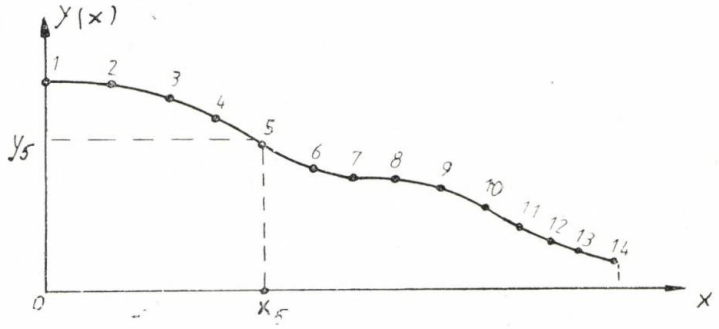


Fig. 4 Concentrator cu profil în trepte.

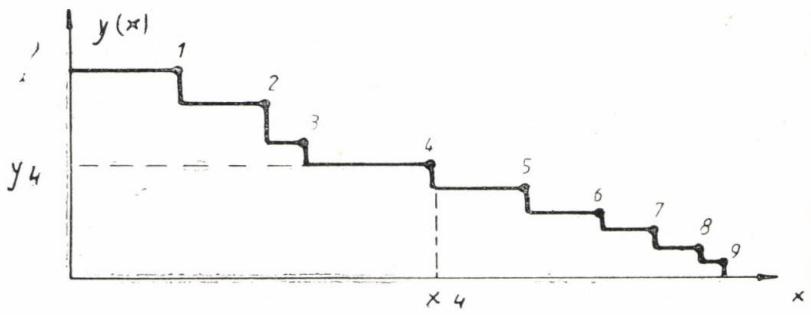


Fig. 4 Concentrator cu profil în trepte.

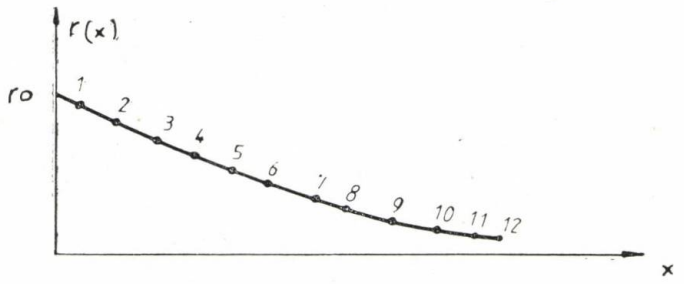


Fig. 5 Concentrator cu profil exponențial.

— raza la intrare [mm] : „r_0" ;
— lungimea concentratorului [mm] ;
— opțional, raza la ieșire [mm] „r", sau lungimea de atenuare a profilului „δ"[mm] în baza relației :

$$r = r_0 e^{-x/\delta}$$

d) concentrator cu profil catenoidal (secțiune circulară, fig. 6) :

— raza la intrare [mm] : „r_0" ;
— lungimea concentratorului „l" [mm] ;

II. **Date de ieșire**

Programul calculează următoarele date :
1. lungimea de undă în geometrie-bară ;
2. amplificare finală ;
3. poziția punctului nodal [mm] ;
4. distribuția de amplificare ;
5. poziția nodurilor și a maximelor de amplificare.

Previziunile metodei expuse au fost verificate prin calculul amplificării în concentra-

toarele mașinilor de prelucrare model US-02 (realizată de I.C.T.C.M. — București și C.F.T. — Iași) și EDER (Austria) conducînd la rezultate corecte.

În general, metoda prezintă o mare flexibilitate, constituind un instrument de lucru versatil pentru proiectarea și optimizarea cuplului concentrator-sculă pentru oricare tip de mașină de prelucrare a materialelor prin ultrasunete.

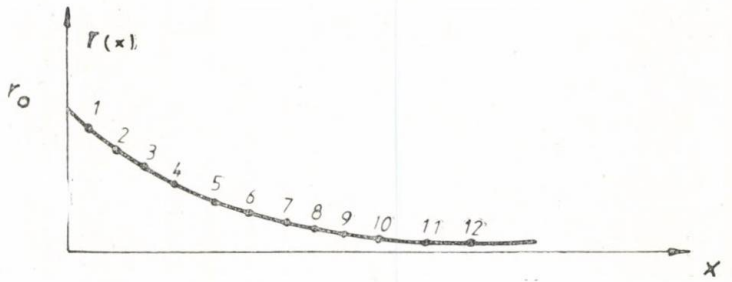


Fig. 6 Concentrator cu profil catenoidal.

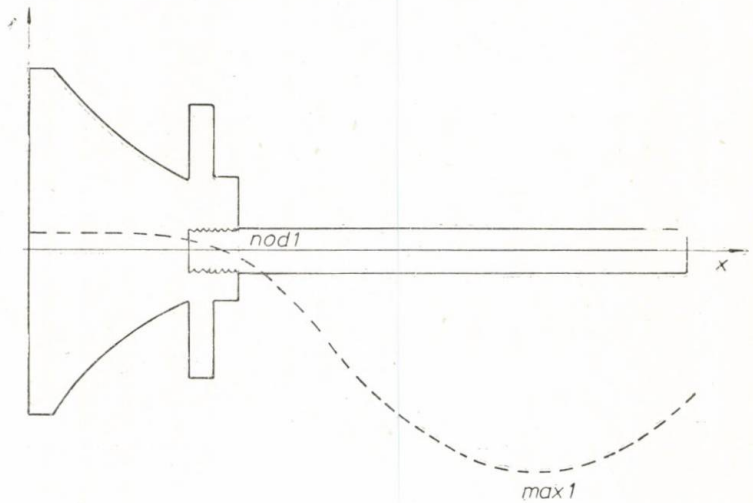


Fig. 7 Profilul și distribuția de amplificare într-un cuplu concentrator-sculă optimizat prin programul ULTRAS.

Tot pe baza acestei metode, a fost proiectat un concentrator optimizat, operabil la frecvența de 19,5 kHz și care este prezentat în figura 7, împreună cu distribuția de amplificare. Profilul este catenoidal, iar fixarea flanșei și a sculei se fac în vecinătatea primului nod. Amplificarea calculată este de circa 40.

Utilizarea programului ULTRAS permite optimizarea construirii concentratorului US și din punct de vedere practic. Astfel, se poate înlocui un profil complicat de executat cu un profil mult mai simplu (în trepte, conic etc.) dacă conduc aproximativ la aceeași distribuție de amplificare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Gherșgal, O.A., Fridman, V.M.*: Aparate cu ultrasunete. Editura Tehnică, București, 1962.

[2] *Drăgan, O., ș.a.*: Ultrasunete de mari energii". Editura Academiei, R.S.R., București, 1983.

[3] *Atanasiu, N. ș.a.*: „Calculul și proiectarea profilului optim al concentratoarelor ultrasonice". Institutul Politehnic București.

[4] *Branch, R.M.*: „Optimized design: characteristic vibration shape and rezonators". The Journal of the Acoustical. Society of America", nr. 53, noiembrie 1973, pag. 112—119.

MANIFESTĂRI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE

LUCRĂRILE SIMPOZIONULUI INTERNAŢIONAL DE PRELUCRĂRI ELECTROFIZICE — ISEM 7

Între 12—14 aprilie 1983 s-a desfăşurat în Anglia (Birmingham) cea de-a 7-a sesiune ISEM, manifestare ce are loc odată la 3 ani şi la care România participă încă de la fondare. Lucrările simpozionului s-au desfăşurat pe următoarele capitole principale :

— **prelucrări prin electroeroziune;**
— **prelucrări prin electrochimie ;**
— **metode electrofizice de prelucrare combinată;**
— **metode de prelucrare cu fascicole;**
— **alte metode de prelucrări electrofizice.**

Comitetul de organizare ISEM — 7 a selecţionat lucrările pe temele de mai sus, primite din 20 ţări din întreaga lume; prin metoda de selecţie şi de apreciere a lucrărilor s-a urmărit ţinuta ştiinţifică a simpozionului, eliminînd elementele de reclamă sau de pătrundere a unor lucrări care nu aduc o contribuţie reală la progresul domeniului de prelucrări electrofizice. Analizînd lucările admise în programul ISEM — 7 se constată că ponderea lor pe diverse domenii este următoarea:

— **prelucrări prin electroeroziune (EDM) — 47%;**
— **prelucrări prin electrochimie (ECM) — 38%;**
— **prelucrări cu laser (LBM) — 10%;**
— **alte prelucrări electrofizice — 5%.**

Se constată că această pondere corespunde destul de fidel ponderii de utilizare industrială a acestor tehnologii.

Tematica abordată în cadrul simpozionului a fost diversă, însă trecerea în revistă a unor teme dintre cele mai reprezentative poate da o imagine a principalelor probleme abordate :

— **prelucrarea prin electroeroziune a găurilor mici;**

— **noi dielectrici de lucru pentru prelucrarea prin electroeroziune ;**

— **realizarea suprafeţelor „oglindă" (superfinisare) prin electroeroziune;**

— **tehnologii de prelucrare de precizie prin electroeroziune;**

— **utilizarea dispozitivelor specifice (în special cu mişcare planetară) pentru electroeroziune;**

— **tehnologii noi de prelucrare electroerozivă (de exemplu prelucrare concomitentă a matriţei şi poansonului la maşinile cu electrod filiform, utilizarea electrozilor de aluminiu „formaţi electroeroziv etc.) ;**

— **utilizarea microprocesoarelor pentru optimizarea prelucrărilor prin electroeroziune şi prin electrochimie;**

— **noi surse de impulsuri pentru prelucrarea prin electroeroziune şi prin electrochimie;**

— **prelucrarea de rectificare electrochimică utilizînd discuri din grafit;**

— **prelucrarea electrochimică cu electrod filiform ;**

— **prelucrarea electrochimică a profilelor ;**

— **prelucrări (găuriri) cu ajutorul laserului şi a fascicolului de ioni;**

— **sudura cu ajutorul laserului şi a fascicolului de ioni ;**

— **probleme de protecţia muncii la prelucrările prin procedee electrofizice cu referiri la electroeroziune.**

Se apreciază că ISEM — 7 a fost un simpozion cu înaltă ţinută ştiinţifică şi cu un pronunţat caracter aplicativ, notă dată de comitetul de organizare, în special prin exigenţele puse la selecţionarea lucrărilor.

În cadrul lucrărilor ISEM — 7 a fost admisă şi o lucrare din R.S.R.

În anul 1986 va avea loc la Moscova, la sfîrşitul lunii iunie sau începutul lunii iulie, următoarea sesiune pentru prelucrări electrofizice ISEM — 8.

I.C.T.C.M a anunţat în scris pe cei interesaţi pentru a trimite rezumatele lucrărilor la Bratislava, pînă la sfîrşitul lunii iulie 1984, urmînd ca pînă la sfîrşitul anului 1984 să fie trimise şi lucrările integrale.

Ing. Carol Maniţiu

POMPE ŞI ARMĂTURI INDUSTRIALE DE FABRICAŢIE SOVIETICĂ

La 21 mai 1984, sub auspiciile organizaţiei de comerţ exterior V/O „Tehmashexport" din U.R.S.S., firma „Nasosmash", specializată în exportul de pompe şi armături industriale, a deschis, în Bucureşti, la sediul Reprezentanţei Camerei de Comerţ şi Industrie a U.R.S.S., o expoziţie de pompe.

Nomenclatorul acestei firme cuprinde mai mult de 4000 de poziţii: tipuri de bază, modificări de pompe, precum şi piesele de schimb necesare. Peste 50 de uzine specializate produc pompe pentru uz casnic, pentru irigări şi alimentări cu apă, pentru pomparea lichidelor active din punct de vedere chimic, a soluţiilor cu conţinut mare de impurităţi abrazive, a lichidelor agresive şi cu toxicitate ridicată, ori a celor cu temperatura pînă la 360°C. Firma exportă, de asemenea, armături industriale pentru apă, abur, produse petroliere şi gaze; în funcţie de destinaţie, aceste armături se execută din fontă, oţel, metale neferoase, titan, sau din fontă cu strat protector din polietilenă sau email.

Pompele de producţie sovietică se disting prin eficienţă, economicitate, simplitatea montării şi a manipulării.

Dintre produsele care au atras atenţia specialiştilor prezenţi la deschiderea expoziţiei, menţionăm :

— **pompe centrifuge orizontale, tipurile 3X—9P, 6X—9P şi X0), cu acţionare hidraulică, avînd unul sau mai multe etaje, pentru lichide neutre sau active din punct de vedere chimic şi, de la caz la caz, temperaturi între 0 şi 150 sau —40° şi +200°C;**

— **pompe tip 0 pentru ape uzate, ape reziduale şi alte lichide neutre, poluate;**

— **pompe de vid cu vapori de ulei, destinate producerii şi menţinerii unei presiuni scăzute în instalaţii experimentale, sau de producţie din domeniul electrotehnicii, al radiotehnicii, al chimiei etc. Aceste pompe, caracterizate printr-o construcţie simplă, dimensiuni şi masă relativ reduse, montare şi demontare uşoară, îşi găsesc aplicaţii în cadrul proceselor tehnologice de obţinere a unor aliaje şi de rafinare**

a metalelor în cuptoare cu vid, în instalații de pulverizare a metalelor, sau de acoperire a suprafețelor în condiții de joasă presiune, ca și în instalații experimentale pentru studierea proceselor nucleare și a dinamicii gazelor în medii de joasă presiune ;

— pompa vibratoare electromagnetică „Malysh" și pompa electrică centrifugă „Kama", ambele destinate uzului gospodăresc (stropirea grădinilor și a livezilor, alimentarea cu apă a fermelor zootehnice, spălarea automobilelor și a mașinilor agricole, extragerea apei din fîntîni și puțuri de forare cu adîncime între 1 și 50 m din lacuri și ape curgătoare).

Magdalena Vulpe

APARATURA RADIO ȘI ELECTRICĂ DE MĂSURĂ ȘI CONTROL PRODUSĂ ÎN U.R.S.S.

Pe data de 4.VI.1984, s-a deschis expoziția întreprinderii de comerț exterior V/O „MASHPRIBORINTORG", consacrată ultimelor realizări ale industriei sovietice în domeniul menționat.

„V/O MASHPRIBORINTORG", firmă cu o vechime de 25 de ani, întreține relații comerciale cu peste 400 firme din 70 țări (R.F.G., Franța, Anglia, Finlanda, Japonia etc.).

Relațiile cu țările socialiste reprezintă circa 80% din totalul schimburilor comerciale ale firmei sovietice.

Programul de export-import cuprinde :

— utilaje și mijloace de comunicații;

— sisteme de automatică și telemecanică;

— aparatură radio și electrică de măsură și de control;

— aparatură de fizică optică și analitică;

— utilaj hidrometeorologic;

— instalații complete de laborator.

La conferința de presă s-a menționat că, în cadrul

La conferința de presă s-a menționat că, în cadrul schimburilor reciproc avantajoase, firme de comerț exterior din România au achiziționat, printre altele: mașini pentru încercări, aparatură antigrizutoasă pentru mine, meteoradiolocatori, aparatură pentru geodezie, aparatură pentru fizică optică și analitică, utilaje pentru comunicații.

În 1983, schimburile comerciale ale V/0 „MASHPRIBORINTORG" cu România au crescut de 2,8 ori, comparativ cu anul 1980, în această perioadă achiziționîndu-se din țara noastră — prin firma „ELECTRONUM" — utilaje pentru centralele automate „PENTACROSS".

Cu prilejul actualei expoziții, s-au remarcat cîteva produse de înaltă tehnicitate, ca de exemplu :

— instrumente și aparate pentru măsurarea tensiunii electrice B 3—57 și B 3—52/1 ;

— instrumente pentru analiză spectrală și a formei semnalului electric (osciloscop cu 2 . . . 4 spoturi) ;

— aparatură pentru măsurări de parametri ai circuitelor electronice (componentele active și pasive);

— aparatură de control și măsură a temperaturii (pirometre de distanță, termorezistente pînă la 1300°C);

— instrumente pentru măsurări analitice (salinometru, cromatograf, magnitograf etc.).

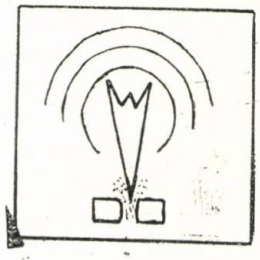
În trim. IV/1984, Institutul de Sudură Ingineri Mecanică organizează două consfătuiri :

— Consfătuirea anuală a sudorilor cu tematica „Mecanizarea fabricației de structuri sudate", la 11—12 octombrie 1984 ;

— Consfătuirea „Progres și eficiență în examinarea nedistructivă a structurilor sudate și încercarea materialelor", la 7—8 noiembrie 1984.

USM

technologies and machines for ULTRASONIC PROCESSING



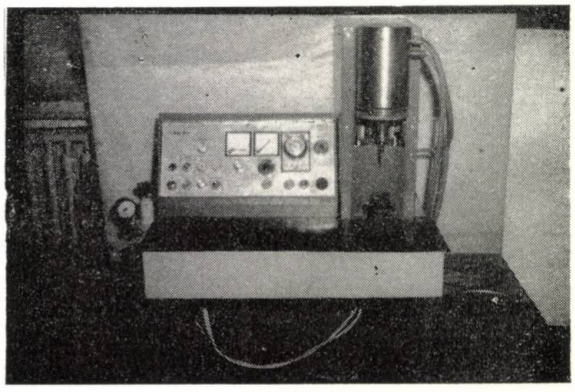
I C T C M works out :

Technologies for finishing simple and intricate prophiles as well as reworking in hard superhard and brittle materials, metallic carbides, natural and artificial chrystals (diamond, sapphires etc.) ceramic materials, glass, plastics etc.

I C T C M designs :

— Different sizes machines for ultrasonic processing.

— Necessary tools and devices ; the computer aided design is based upon modelling of the working process.



I C T C M offers :

— Technologies for ultrasonic processing of diamond and tungsten carbide dies used for manufacturing of electric wires, small sizes dies, processings of prophiles in chrystals, ceramic material, a.s.o.

— Specific working tools and devices for all these.

— Ultrasonic processing machines equipped at request with ultrasonic instalations for washing.

— Service at the customer.

— Personnel training.

— Technical consultations in this field.

I C T C M

has designed and supplies two types of ultrasonic processing machines and depending upon their usage and the specific of the operations to be done they are equipped with centering microscope or with ultrasonic washing installations.

At present the machines offered by ICTCM have the following.

TECHNICAL CHARACTERISTICS

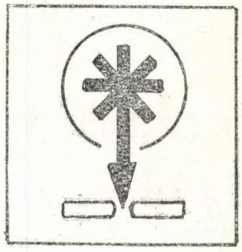
		US-01	US-02
— Ultrasonic power (adjustable)	W	25 . . . 150	50 . . . 500
— Ultrasonic frequency	kHz	18	21
			magnetostrictive
		ferrite	Ni alloy
— Working table sizes	∅ mm	30	70
— Working head stroke	max. mm	150	200
— Sizes of the surface to be processed	∅ mm	0.1 . . . 5	2 . . . 20
— Delayed cycle (automatic operation)	min.	1 . . . 6	1 . . . 60

Mechanical Engineering and Research Institute

Şos. Olteniţei 103
75651 Bucharest-Romania
Telephone 83 21 70

LBM

technologies and machines for LASER MACHINING



I C T C M works out :

Technologies for cutting of intricate prophiles out of common, stainless and high alloyed steel sheets, or out of plates of glass fibers reinforced textolite, wood, ceramic materials, glass, plastics and textile materials, for cutting of pipes made out of special materials, for special processing used in the computer techniques, for engraving on different materials, for welding and for thermic treatments.

I C T C M designs :

— Universal and custom-built machines for laser machining.
— Special devices in order to achieve the technologies specific for each aplication or product.

I C T C M offers :

— Technologies for laser machining.
— Universal and custom-built machines for laser machining.
— Work devices.
— Technical assistance at mounting and at the putting into operation at the customer.
— Service at the customer.
— Personnel training.
— Technical consultation in the field.

I C T C M

has designed and supplies a LASER CO 400 type machine for laser machining, endowed with CNC — computer numerical control for the automatic and adaptive laser parameters control during the machining process ; the machine is provided with special devized and designed devices manufactured for each operation, and has the following.

TECHNICAL CHARACTERISTICS

400 W CO_2 CAS LASER	
— Output power (continous)	400 W
— Output wavelengh	10.6 um
MACHINE TOOL	
— Working head max. vertical stroke	200 mm
— Working table	
max. stroke	900 x 1200 mm
stroke control	CNC or conventional
— Table speed (continous)	0.1 . . . 10 m/min.
— Table muvement precision (at maximum speed)	± 0.1 mm

Mechanical Engineering and Research Institute

Şos. Olteniţei 103
75651 Bucharest-Romania
Telephone 83 21 70

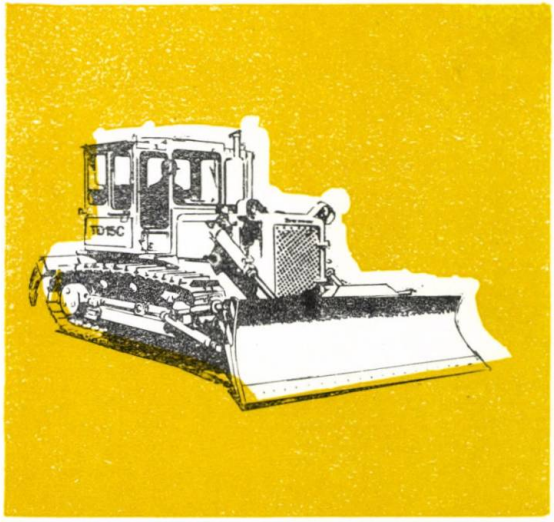
BUMAR, societate de comerț exterior, este bine cunoscută pe plan mondial ca exportator de utilaje pentru construcții și de mașini rutiere fabricate de principalele uzine poloneze, după proiecte proprii sau în colaborare cu cele mai importante firme din lume.

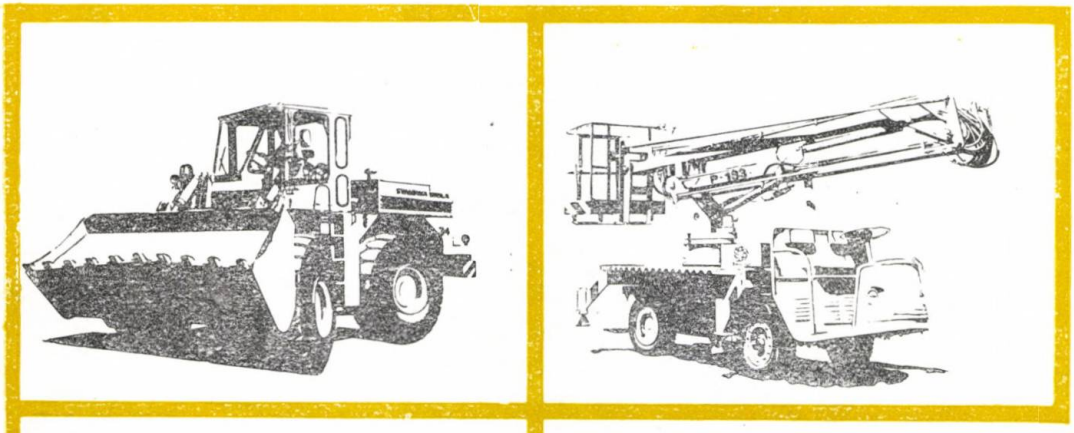
bumar

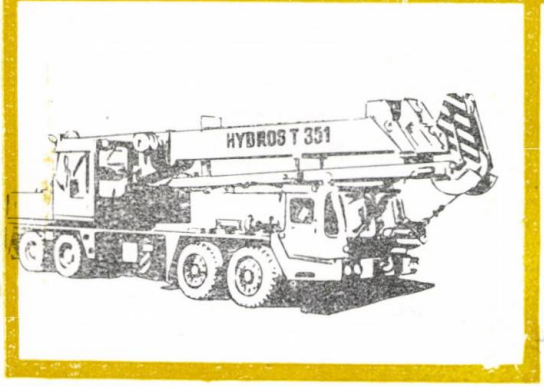
Gama produselor exportate cuprinde :

— tractoare pe șenile, de la 140 la 475 CP ;
— încărcătoare pe roți, cu o capacitate de 1,5 sau 3,4 m^3, precum și încărcătoare pe șenile cu o capacitate de 1,5 m^3 ;
— încărcătoare miniere, cu o capacitate de 2 sau de 4,2 m^3 ;
— excavatoare pe șenile și pe roți, cu capacități variind între 0,2 și 1,5 m^3 ;
— automacarale și macarale mobile hidraulice cu o putere de ridicare între 10 și 40 t/f ;
— malaxoare de ciment, pompe de ciment, mașini de finisare a operațiilor din construcții, cricuri de montaj, utilaje pentru lucrări de fundație, pentru stabilizarea și tasarea solului, instalații pentru prepararea și întinderea asfaltului ;
— echipamente, seturi specializate, piese de schimb, precum și asistență tehnică în domeniul utilajelor pentru construcții.

BUMAR se ocupă și cu importul de utilaje pentru construcții de mașini rutiere și de piese de schimb.







bumar

INTREPRINDERE DE COMERȚ EXTERIOR

POLONIA, 00—828 WARSZAWA, MARCHLEWSKIEGO 11
TELEGRAME : BUMAREX-WARSZAWA C.P. 85
TELEFON : 20.46.61 TELEX : 814805

PUBLICOM

BALKANCAR!

EVIDENT!

FORMA ELEGANTĂ + FORȚA + MANEVRARE UȘOARĂ

Cărucioare elevatoare electrice în consolă pe patru roți

	EV 695	EV 698	EV 715	EV
Capacitate de încărcare, kg	1250	1600	2000	2
Înălțime de ridicare, mm	2800, 3300, 4500		3300, 4000, 5200	
Baterie de acumulatori, V/Ah	48/480	48/600	80/480	

Cuplare adecvată a transmisiilor la motoare de diferite put pentru obținerea vitezelor optime de translație și de ridica Dispunere centrală a motorului de tracțiune. Manevrabilit perfectă, servodirecție, posibilitate de a echipa roțile cu anvel cu cameră, cu bandaje de cauciuc masiv sau supraelastice, funcție de particularitățile terenului de lucru. Desing mode caracteristici ergonomice superioare, întreținere simplă.
Cărucioarele pot fi dotate cu diferite echipamente hidraul sau mecanice, mobile.
O gamă largă de cărucioare bazată pe o tipizare maximă a a samblelor și subansamblelor constitutive.

CONDIȚII OPTIME PENTRU O ALEGERE REUȘITĂ !

balkancar
Bulgaria, 1040 Sofia,
Bd. Kliment Ohridski, 48
Telefon : 655-01, Telex : 023431/2
Telegrame : BALKANCAR, Sofia

balkancar

Publicom

FABRYKA OBRABIAREK
(Uzina de mașini-unelte)

RAFAMET

Biroul de export

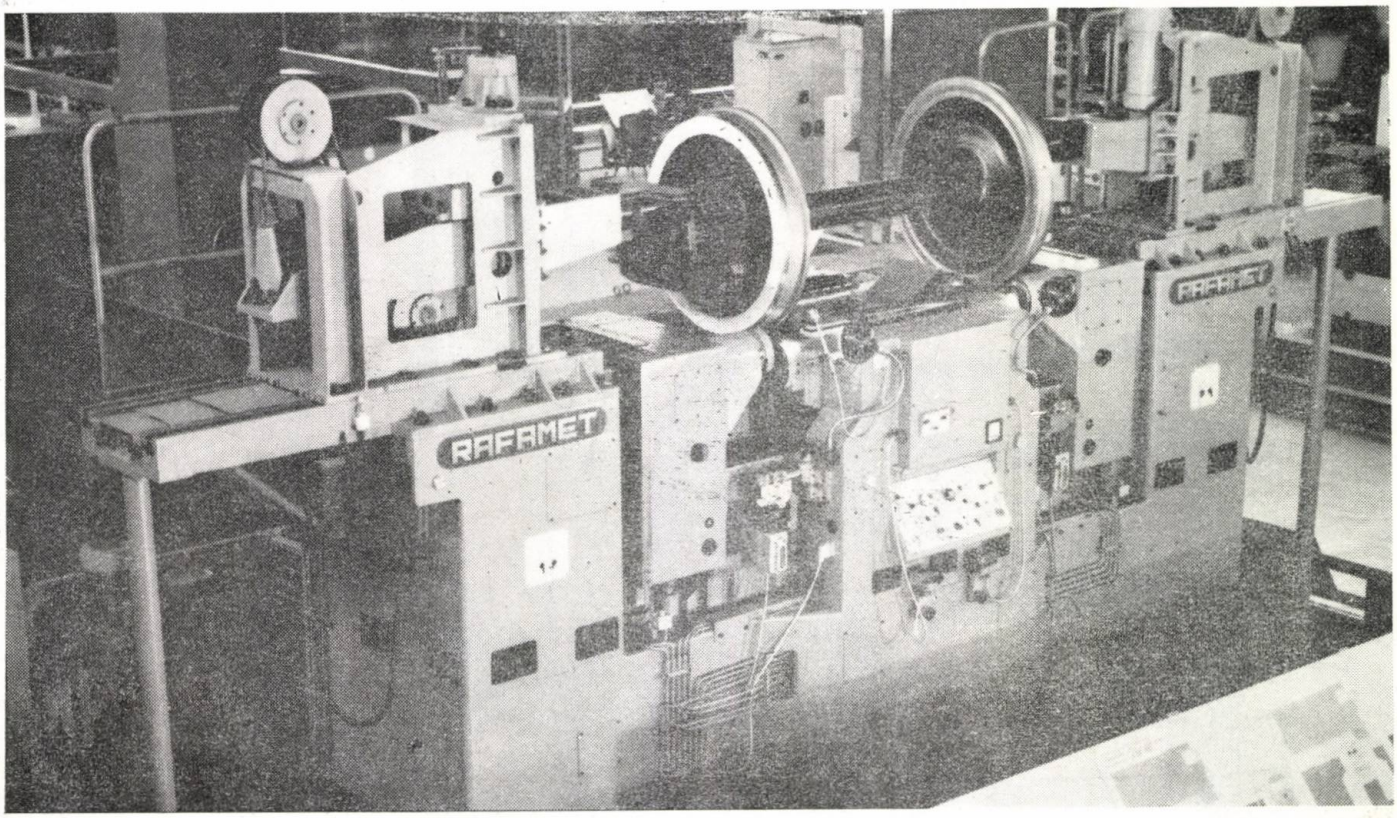
Constructor și exportator

oferă:

Mașini-unelte de precizie și de mare eficiență, printre care:

- strunguri speciale pentru prelucrarea osiilor montate și a elementelor lor;
- strunguri care pot fi plasate sub cale, pentru prelucrarea osiilor montate;
- strunguri verticale speciale pentru prelucrarea bandajelor de roată și a roților cu buză;
- linii tehnologice pentru prelucrarea osiilor montate;
- strunguri verticale universale cu unul sau doi montanți, de tip:
  - convențional;
  - cu comandă numerică.

RAFAMET tradiție — tehnică de virf — soluții optime in domeniul prelucrărilor.



Adresa noastră:

RAFAMET

Fabryka Obrabiarek
Uzina de Mașini-Unelte
Biroul de export

47—420 Kuźnia Raciborska
Polonia
Telefon 21, telex 036405, 036489

publicom

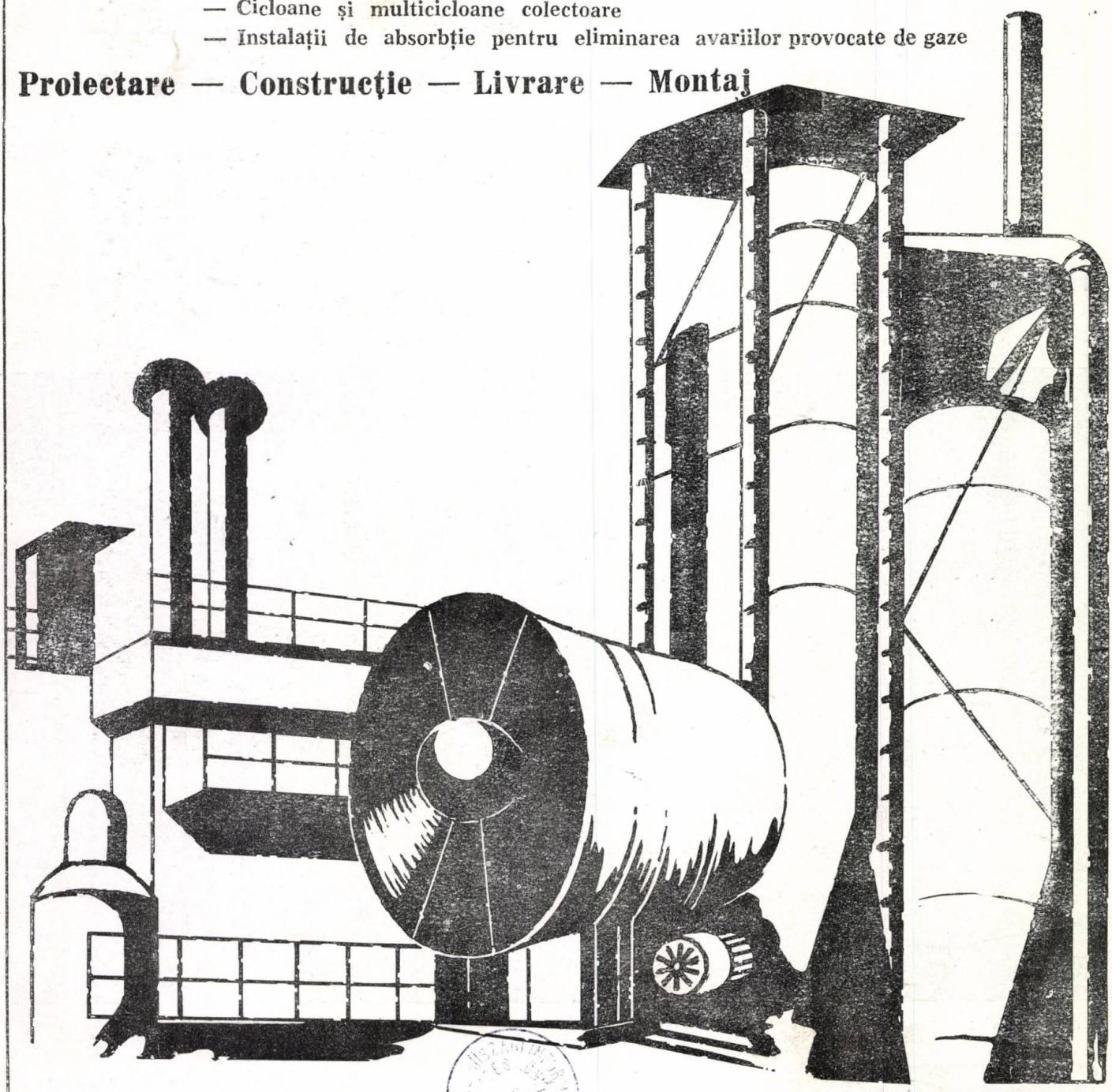
ÎNTREPRINDEREA DE COMERȚ EXTERIOR

centrozap

Mickiewicza 29, 40—085 Katowice, R.P. Polonă
Telex : 0315771, czap pl
Telefon : 513—401, 597—241

— Ventilatoare industriale pentru toate ramurile industriei
— Instalații de ventilație și componente
— Aparate și instalații de climatizare
— Aparate și instalații pentru desprăfuire ș.a.
— Filtre-tubulare
— Electrofiltre
— Filtre pulsatoare
— Captatoare de umiditate
— Cicloane și multicicloane colectoare
— Instalații de absorbție pentru eliminarea avariilor provocate de gaze

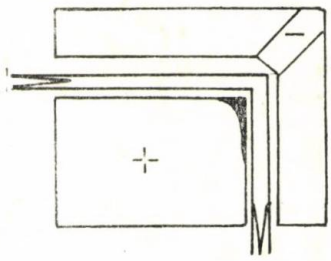
Proiectare — Construcție — Livrare — Montaj



PUBLICOM

ECM

technologies and equipments for ELECTROCHEMICAL DEBURRING



I C T C M works out :

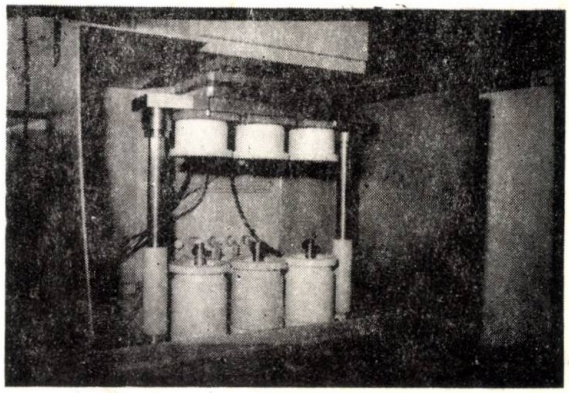
Technologies for electrochemical deburring of parts with intricate shapes out of hard ferrous or nonferrous materials, with burrs inaccesible by other processes.

I C T C M designs :

— Universal or custom built equipments for electrochemical deburring.
— Special devices in order to achieve the technologies specific for each application or product.

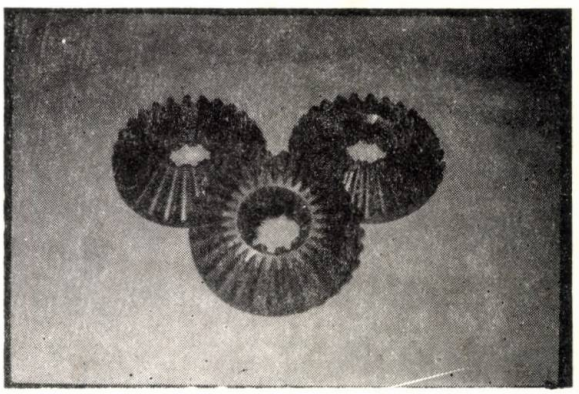
I C T C M has achieved :

— Special technologies and equipments for electro-chemical deburring in the following industries :
  — hydraulic and pneumatic apparata
  — automobiles and tractors
  — heavy-duty engines
  — fines mechanics
  — machine components
  — electrotechnics.



I C T C M offers :

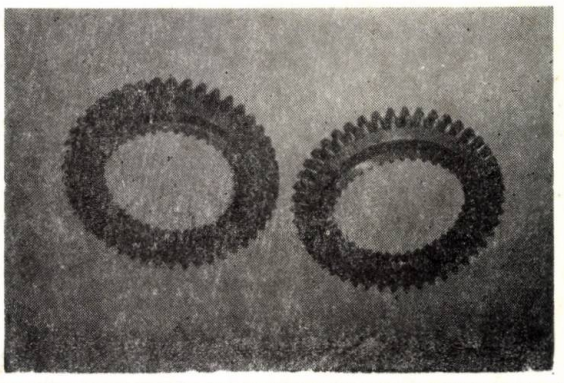
— Technologies for electrochemical deburring upon universal machines.
— Working devices necessary for the application of the offered technologies.
— Technologies and custom-built machines for special purposes.
— Technical assistance for mounting and putting into operation at the customer.
— After-sale service.
— Personnel training.
— Technical consulting service.



I C T C M

has designed and supplies an universal electrochemical deburring equipment made up of the proper machine, a unit for the electrolyte supply, a.c.c. source a control panel and a unit for rinsing and neutralization of the machined parts.

This equipment, capable to remove burrs high up to 1.5 mm has the following :

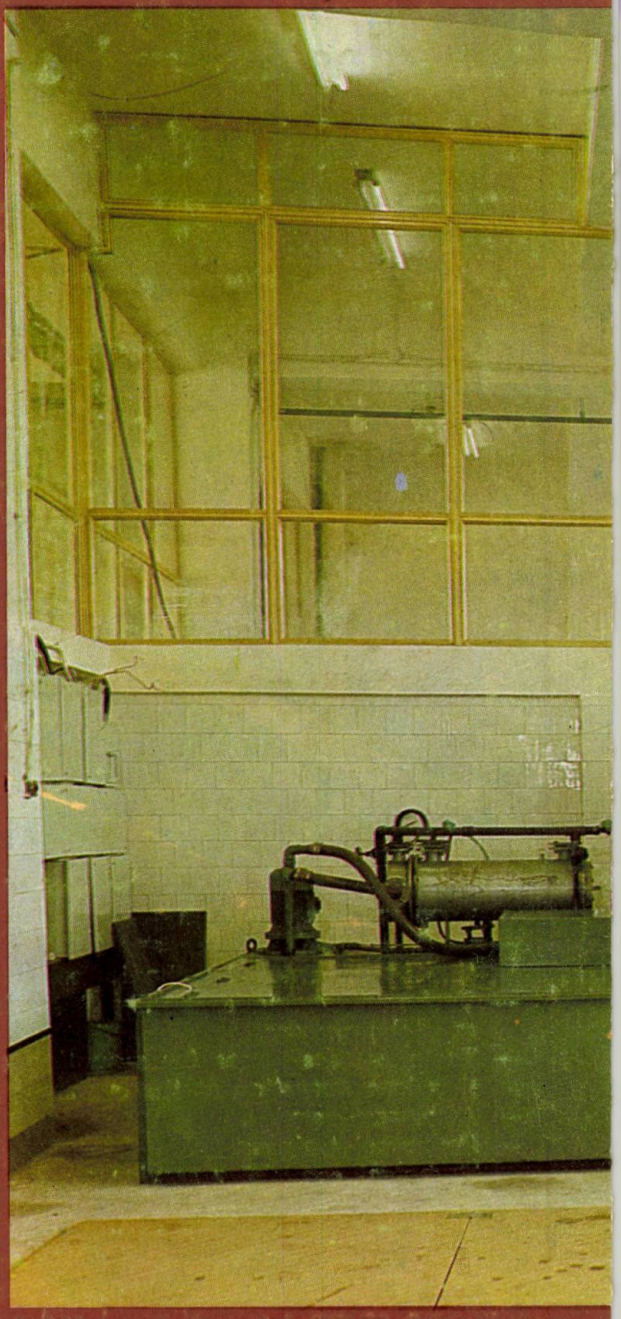


TECHNICAL CHARACTERISTICS :

— Maximum sizes of the part	200 x 200 x 200 mm
— Equipment efficiency	20 . . . 150 parts/hour
— Maximum sizes of the device	750 x 400 x 500 mm
— Number of work stations	3, 4, 6 (according to the technology)
— Working condition	semiautomated
— Installed power	— 20 kW for sources of 500 A — 30 kW for sources of 1000 A
— Location surface	5,250 mm x 3,350 mm
— Net weight	3,000 kg

Mechanical Engineering and Research Institute

Șos. Olteniței 103
75651 Bucharest-Romania
Telephone 83 21 70



E 3279

- Prelucrări neconvenţionale
- Materiale noi în construcţia de maşini

CONSTRUCŢIA DE MAŞINI

64 66

10

BUCUREŞTI ■ XXXVI ■ OCTOMBRIE ■ 1984

- Prelucrări neconvenționale
- Materiale noi în construcția de mașini

BUCUREȘTI • XXXVI • OCTOMBRIE • 1994

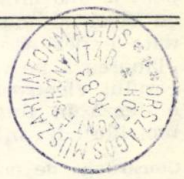
E 3279

CONVOCAREA CONGRESULUI AL XIII-LEA AL PARTIDULUI REPREZINTĂ UN EVENIMENT DE ÎNSEMNĂTATE ISTORICĂ ÎN VIAȚA PARTIDULUI ȘI A POPORULUI ROMÂN. EL VA CONSTITUI O ETAPĂ HOTĂRÎTOARE PENTRU REALIZAREA PROGRAMULUI PARTIDULUI DE FĂURIRE A SOCIETĂȚII SOCIALISTE MULTILATERAL DEZVOLTATE ȘI DE ÎNAINTARE A ROMÂNIEI SPRE VISUL DE AUR — SOCIETATEA COMUNISTĂ !

NICOLAE CEAUȘESCU

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXVI, nr. 10 octombrie, 1984



CUPRINS

PRELUCRĂRI NECONVENȚIONALE

Prelucrări prin electroeroziune

DIMITRIU, N., FANARU, N., STEINER V. : **Determinarea experimental-analitică a parametrilor tehnologici la mașinile de prelucrat prin electroeroziune** 527

GOGOAȘĂ, I., ANDREESCU, M., JITIANU, GH., SĂNDULESCU, GH. : **Contribuții la crearea sistemului și tehnologiei de prelucrare prin electroeroziune, cu electrod filiform, comandă numerică (CNC) și control adaptiv „ELEROFIL-10"** 531

OBACIU, GH., IVAN, M. : **Stand pentru testarea funcționalității mecanismelor electromecanice de avans** 536

Prelucrări electrochimice

CUCULEANU, GEORGETA : **Calculul concentrației de hidrogen care se degajă la catod, în timpul prelucrării electrochimice** 540

IVAN, M., OBACIU, GH. : **Debavurarea electrochimică a roților dințate cilindrice. Tehnologie și utilaj** 544

NANI, V., NICA, M. : **Procedee pentru finisarea roților dințate cilindrice cu dinți drepți, prin eroziune electrochimică** 549

Prelucrări cu laser și ultrasunete

DRĂGĂNESCU, V., AXINTE, C., FARCAȘ, I., GUȚU, I., NEMEȘ, G. : **Echipamente cu laser pentru prelucrări neconvenționale** 554

DUMITRACHE, FL., DRIMER, D.: **Cercetări privind aplicarea sistemelor oscilante complexe, cu oscilații de torsiune, la sudarea cu ultrasunete a metalelor** 562

AMZA, GH. : **Cercetări teoretice și experimentale privind sudarea cu ultrasunete a firelor, a foliilor și a foițelor pe plăci** 568

Alte procedee neconvenționale

TUREAC, I. : **Presarea la rece prin electrohidroimpulsuri** 574

IOVA, RODICA ; **Tensiuni și deformații în procesul de metalizare** 579

STĂNCIULESCU N. : **Preocupări în domeniul metalizării prin pulverizare** 585

MATERIALE NOI ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

RĂCHITĂ, E.: **Utilizarea materialelor ceramice la motoarele cu ardere internă** 587

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonare științifică: Dr. ing. Ioan Roman, dr. ing. Carol Manițiu

SUMARE

CZ : 621.9.018.3

Dimitriu, N., Fânaru N., Steiner, V.: **Determinarea experimental-analitică a parametrilor tehnologici la mașinile de prelucrat prin electroeroziune**

Lucrarea prezintă o metodă de elaborare pe calculator a tabelelor ce conțin tehnologia de lucru pentru mașinile de prelucrat prin electroeroziune, cu electrod masiv. Pe baza unui număr minim de date experimentale obținute în anumite condiții, se elaborează pe calculator un model matematic al procesului electroeroziv. Cu ajutorul unor programe se editează în final, sub formă tabelară, valorile parametrilor de intrare din domeniul explorat.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 10. 3 fig., 3 ref. bibl.

CZ : 621.9.018.3

Gogoașă, I., Andreescu, M., Jitianu, Gh., Săndulescu, Gh.: **Contribuții la crearea sistemului și tehnologie de prelucrare prin electroeroziune cu electrod filiform, comandă numerică (CNC) și control adaptiv „ELEROFIL-10".**

Referatul prezintă contribuția teoretică și constructivă la crearea sistemului complex de prelucrare „ELEROFIL-10", care constituie rezultatul cercetărilor îndreptate în direcția aplicării și extinderii tehnologiei electroerozive (cu fir) de prelucrare a metalelor, destinate în principal realizării cu precizie ridicată a pieselor cu geometrie complexă și din materiale foarte dure (greu, sau imposibil de prelucrat prin alte procedee), din industria aerospațială, electrotehnică și electronică, reactoare nucleare, construcții de mașini etc. Sînt prezentate principalele subsisteme (mașina propriu-zisă, echipament CNC și generatorul de impulsuri), unele aspecte tehnologice și rezultatele aplicării noii tehnologii.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 10, 4 fig.

CZ : 621.9.018.3

Obaciu, Gh.; Ivan, M.: **Stand pentru testarea funcționalității mecanismelor electromecanice de avans**

În lucrare se prezintă construcția și funcționarea unui stand complex pentru determinarea parametrilor funcționali și constructivi ai mecanismelor electromecanice de avans echipate cu motoare de curent continuu. Ca urmare a universalității sale standul poate fi folosit în cercetare sau în fabricație pentru testarea și reglarea mecanismelor de avans.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 10, 7 fig., 4 ref. bibl.

CZ : 541.3

Cuculeanu, Georgeta: **Calculul concentrației de hidrogen care se degajă la catod, în timpul prelucrării electrochimice**

Lucrarea examinează unele aspecte legate de degajarea de hidrogen de la catod: forma și influența sa asupra procesului de prelucrare electrochimică. Cantitatea de hidrogen din spațiul de lucru poate să fie mai mică, dacă în electrolit există un constituient reducător (ionul nitrat), care reacționează la catod. Existența sa nu este, însă, determinantă asupra degajării de hidrogen și, de aceea, îndepărtarea produselor reacțiilor trebuie făcută cu viteză ridicată.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 10, 2 fig., 7 ref. bibl.

CZ : 541.3

Ivan, M., Obaciu, Gh.: **Debavurarea electrochimică a roților dințate cilindrice. Tehnologie și utilaj**

Pornind de la oțelul din care se execută aceste roți, s-au determinat, cu ajutorul unui dispozitiv de cercetare, caracteristicile electrochimice de bază ale acestui material. S-au stabilit apoi interstițiile de lucru, inițiale și finale, relațiile de calcul pentru timpul de prelucrare, parametrii comuni și specifici ai bavurării roților dințate. Pe baza acestor parametri, s-au proiectat și executat 6 dispozitive, care asigură debavurarea și rotunjirea dinților pe ambele suprafețe frontale a 8 repere, timpul total de prelucrare fiind de cel mult 1 min. Debavurarea se execută pe o instalație complexă, cu ciclu semiautomat, principalele caracteristici tehnice și funcționale fiind prezentate în partea finală a lucrării.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 10, 8 fig., 2 ref. bibl.

CZ : 541.3

Nani, V., Nica, M.: **Procedeu pentru finisarea roților dințate cilindrice cu dinți drepți prin eroziune electrochimică**

În cadrul lucrării se prezintă un nou procedeu de finisare a danturii roților dințate cilindrice cu dinți drepți, precum și dispozitivul destinat efectuării prelucrării propriu-zise. Se fac referiri asupra prelucrabilității acestor roți dințate din 41 Mo C 11 utilizînd doi electroliți (NaCl și $NaNO_3$), în soluție apoasă de concentrație 10%, urmărindu-se aspecte legate de precizia prelucrării (bătaia radială și eroarea de pas) și calitatea suprafeței.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 10, 10 fig., 4 ref. bibl.

CZ : 621.9 : 621.375.9

Drăgănescu, V., Axinte, C., Farcaș, I., Guțu I., Nemeș, G.: **Echipamente cu laser pentru prelucrări neconvenționale**

Articolul prezintă două tipuri de laser, realizate la I.F.T.A.R. București:

— laser cu solid, cu emisie pulsată;

— laser cu CO_2, cu emisie continuă.

Cu aceste tipuri de laser se pot efectua operații complicate de prelucrare, ca: găurire de mare finețe (0,1—0,8 mm) a oricăror materiale, sudură prin puncte, de mare finețe (0,01—0,1 mm) decupare prin puncte (fracturare controlată a materialelor ceramice și semiconductoare, microevaporări controlate și ajustări (trimerizări) de componente, tăiere a materialelor izolante, sau metalice (0,5—10 mm), tratamente termice (călire) ale pieselor metalice de mari dimensiuni, sudări de table (suprapuse și cap la cap).

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 10, 15 fig., 1 tab.

CZ : 621.9 : 534.321.9

Dumitrache, Fl., Drimer, D.: **Cercetări privind aplicarea sistemelor oscilante complexe cu oscilații de torsiune, la sudarea cu ultrasunete a metalelor**

În lucrare este prezentată geometria sistemului oscilant complex cu oscilații de torsiune și problemele care se pun la proiectarea acestora. Cu sistemele oscilante complexe se pot transmite la locul îmbinării cantități cît mai mari de energie ultrasonică. Asemenea sisteme oscilante complexe au permis sudarea în condiții foarte bune a următoarelor combinații de materiale metalice: Al—Al, Cu—Al, Cu—Cu, Cu—Ag, Cu—Alamă, Cu—Bronz.

Construcția de mașini, (1984), nr. 10, 11 fig., 3 ref. bibl.

CONTENTS

DC : 621.9.018.3

Dimitriu, N., Fânaru, N., Steiner, V. : **An Experimental and Analytical Establishing of the Technological Parameter for Electroerosion Processing Machines**

The paper presents a method of using the computer for working out the tables showing the working technology of electroerosion processing machines with massif electrode. Starting from a minimum number of data experimentally obtained under certain conditions, a mathematical model of the electroerosion process is worked out by computer. Certain programs are used for editing in the end the tables giving the values of the technological parameters computed for any combination of the input parameters in the field under study.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 10, 3 fig., 3 bibl. papers

---

DC : 621.9.018.3

Obaciu, Gh., Ivan, M. : **Test Stand for Electromechanical Feed Mechanisms Operation**

The paper presents the structure and operation of a complex stand for establishing the design and working parameters of the electromechanical feed mechanisms equipped with d.c. motors. As a result of its versatility, the stand can be used in research and production activities for testing and adjusting the feed mechanisms.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 10, 7 fig., 4 bibl. papers

---

D.C. : 621.9.018.3

Gogoaşă, I., Andreescu, M., Jitianu, Gh., Săndulescu, Gh. : **Contributions to Creating an Electroerosion Processing System and Technology by Using Filament Electrodes, Numerical Control (CNC) and ELEROFIL-10 Adjusting Control**

The papar presents the theoretical and structural contribution to creating the ELEROFIL-10 complex processing system, as a result of the research conducted in the field of applying and extending filament electroerosion technology for metalworking, designed mainly for a highly accurate production of complex geometry and very hard materials components (difficult or impossible to process otherwise) in the air space, electrical engineering and electronic industries, nuclear reactors, mechanical engineering. etc. The paper presents the main subsystemsf (the machine proper, the CNC equipment and the pulse generator) certain technological aspects, as well as the results of the new technoloy implementation.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 10, 4 fig.

D.C. : 541.3

Cuculeanu, Georgeta : **Estimation of the Hydrogen Concentration Resulting at the Cathode during Electrochemical Proceessing**

The paper sudies certain problems concerning the cathode hydrogen forming : its shape and influence upon the electrochemical processing process. The hydrogen content in the working area may be lower if the electrolyte contains a reducing compound (the nitrated ion) that brings about a cathode reaction. Its existence is not determining the hydrogen formation, and the reaction results must be therefore quickly removed.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 10, 2 fig. 7 bibl. papers

C.C. : 541.3

Ivan, M., Obaciu, Gh. : **Electrochemical Burring of Spuer Wheels. Technology and Equipment**

Starting from the steel these wheels are made of, the main electrochimical characteristics of this material were established by means of a research device. The initial and final working margins were then established together with the computing relations for the processing time, the common and specific parameters characterizing the burring of spur wheels. Starting from these parameters, six devices were designed and manufactured securing the burrring and dressing of both front surfaces of eight components, the total processing time being of one minute. Burring is performed by a complex installation with semi-automoted duty cycle, whose main technical and operating characteristics are shown at the end of the paper.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 10, 8 fig., 2 bibl. papers

---

C.C. : 541.3

Nani, V., Nica, M. : **A Method for Finishing Spur Gears by Electrochemical Erosion**

The paper presents a new method for finishing spur gears, as well as the machining device proper. The possibility is shown of processing these gears from 41 Mo C 11 by using two electrolytes (NaCl and $NaNO_3$) in a 10 per cent concentration aequous solution, while certain aspects concerning the machining accuracy (radial thrust and pitch error) and surface quality are equally presented.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 10, 10 fig., 4 bibl. papers

---

D.C. : 621.9 : 621.375.9

Drăgănescu, V., Axinte, C., Farcaş, I., Guţu I., Nemeş, G. : **Laser Equipment for Non-conventional Processing**

The paper presents two types of laser achieved by I.F.T.A.R. Bucharest, namely :

— solid laser hith pulse emission ;

— CO_2 laser with continuous emission.

Complex machining operations can be performed by using these laser equipment types, inclusing : high accuracy drilling (0.01+10 mm) of any materials, high accuracy spot welding (0,01+0,1 mm), spot cutting (controlled fracturing of ceramic and semiconductor materials), controlled micro-evaporation and components trimming, cutting of insulating or metallic components (0,5+10 mm), heat treatment (hardening) of big size metal components, metal sheet welding (seam and butt welingd (seam and butt welding).

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 10, 15 fig., 1 table

D.C. : 621.9 : 534.321.9

Dumitrache, Fl., Drimer, D. : **Research Into Applying Complex Oscillating Systems with Twisting Oscillations to the Ultrasound Welding of Metals**

The paper presents the geometry of a complex oscillating system with twisting oscillations and the problems related to their designing. The complex oscillating systems help to convey increased quantities of ultrasound energy to the welding spot. Such complex oscillating systems have enabled the welding under best conditions of the following combinations of metallic materials : Al—Al, Cu—Al, Cu—Cu, Cu—Ag, Cu—Brass, Cu—Bronze.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 10, 11 fig., 3 bibl. papers

SOMMAIRES

CD : 621.9.018.3

Dimitriu, N., Fânaru, N., Steiner, V. : **Détermination expérimentale-analytique des paramètres technologiques des machines à usiner par électro-érosion**

L'ouvrage présente une méthode d'élaboration sur calculatrice des tableaux contenant la technologie de travail des machines à usiner par électro-érosion, à électrode massif. En vertu d'un nombre minimal de données expérimentales, obtenues dans certaines conditions, on élabore sur calculatrice un modèle mathématique du processus d'électro-érosion. Finalement, à l'aide de certains programmes, on édite de tableaux reproduisant les valeurs des paramètres techonologiques calculées pour toute combinaison des paramètres d'entrée dans le domaine exploré.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 10, 3 fig., 3 réf.

CD : 621.9.018.3

Gogoaşă, I., Andreescu, M., Jitianu, Gh., Săndulescu, Gh. : **Contributions à la création du système et de la technologie d'usinage par électro-érosion avec électrode filiforme, commande numérique (CNC) et contrôle adaptif „ELEROFIL-10"**

Ce compte-rendu présente la contribution théorique et constructive à la création du système complexe d'usinage „ELEROFIL-10", qui constitue le résultat des recherches concentrées sur l'application et l'extension de la technologie électro-érosive (à fil) d'usinage des métaux ; cette technologie est destinée surtout à la réalisation, de grande précision, des pièces ayant une géometrie complexe et confectionnées en matrériaux très durs (difficilement ou impossibles à usiner par d'autres procédés), dans les industries aérospatiale, électrotechnique et électronique, les réacteurs nucléaires, les constructions mécaniques, etc. On présente les principaux sous-systèmes (la machine proprement-dite, l'équipement CNC et la génératrice d'impulsions), certains aspects technologiques et les résultats obtenus en appliquant la nouvelle technologie.

Construcţia de maşini, 36 1984), no. 10, 4 fig.

CD : 621.9.018.3

Obaciu, Gh., Ivan. M. : **Stand pour l'essai de la fonctionnalité des mécanismes d'avance électromécaniques**

L'ouvrage présente la construction et le fonctionnement d'un stand complexe servant à déterminer les paramètres fonctionnel et constructifs des mécanismes d'avance électromécaniques équipés de moteurs de courant continu. Par suite de son universalité, ce stand peut être utilisé dans les domaines de la recherches et de la fabrication en vue de tester et de régler les mécanimes d'avance.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 10, 7 fig., 4 réf.

CD : 541.3

Cuculeanu, Georgeta : **Calcul de la concentration d'hydrogène qui se dégage à la cathode pendant l'usinage électrochimique**

L'ouvrage examine une série d'aspects relatifs au dégagement d'hydrogène à la cathode : sa forme et son influence sur le processus d'usinage électrochimique. La quantité d'hydrogène dans l'espace de travail peut être plus faible si l'électrolyte contient un constituant réducteur (l'ion nitrate) qui réactionne à la cathode. Toutefois, son existence n'est pas déterminante sur le dégagement d'hydrogène ; pour cette raison, les produits des réactions doivent être évacués à grande vitesse.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 10, 2 fig., 7 réf.

CD : 541.3

Ivan, M., Obaciu, Gh. : **Ebarbage électrochimique des roues dentées cylindriques. Technologie et outillage**

En partant de l'acier qui sert à fabriquer ces roues, on a déterminé les caractéristiques électrochimiques de base de ce matériau, à l'aide d'un dispositif de recherche. On a établi, ensuite, les interstices de travail, initiaux et finals, les relations de calcul pour la durée d'usinage, les paramètres communs et spécifiques de l'ébarbage des roues dentées. Disposant de ces paramètres, on a conçu et exécuté 6 dispositifs qui assurent l'ébarbage et la rondeur des dents sur les deux surface frontales de 8 repères, la durée d'usinage étant d'une minute au maximum. L'ébarbage est exécuté avec une installation complexe, à cycle semi-automatique, dont les principales caractéristiques techniques et fonctionnelles sont présentées dans la partie finale de l'ouvrage.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 10, 8 fig., 2 réf.

CD : 541.3

Nani, V., Nica, M. : **Procédé de finissage des roues dentées cylindriques à dents droites, par érosion électrochimique**

L'ouvrage présente un nouveau procédé de finissage de la denture des roues dentées cylindriques à dents droites, ainsi que le dispositif servant à l'usinage proprement-dit. On donne des indications sur la susceptiblité d'usiner ces roues dentées en Al Mo C11 en utilisant deux électrolytes (NaCl et $NaNo_3$), en solution aqueuse, à concentration de 10%; on présente également des aspects concernant la précision d'usinage (le coup radial et l'erreur de pas) et la qualité de la surface.

Construcţia de maşini, 36 (1984) no. 10, 10 fig., 4 réf.

CD : 621.9:621:375.9

Drăgănescu, V., Axinte, C., Farcaş, I., Guţu I., Nemeş, G. : **Equipements à laser pour usinages non-conventionnels**

L'article présente deux types de leser réalisés à l'IFTAR Bucarest :

— laser à solide, avec émission poulsée

— laser à CO_2, avec émission continue

On peut effecteur, avec ces deux types de laser, des opérations d'usinage compliquées par exemple : perçage de grande finesse (0,1—0,8 mm) de n'importe quel matériau, soudure par points de grande finesse (0,01—0,1 mm), découpage par points (fracture contrôlée des matériaux céramiques et semi-conducteurs), micro-évaporations contrôlées et ajustements (trimérisation) de composants, coupe de matériaux isolants ou métalliques (0,5—10 mm), traitements thermiques (trempe) des pièces métalliques de grande dimension, soudure de tôles (superposées et bout à bout).

Construcţia de maşini, 36 (1984) no. 10, 15 fig., 1 tabl.

CD :621.9:534.321.9

Dumitrache, Fl., Drimer, D. : **Recherches concernant l'application des systèmes oscillants complexes, à oscillations de torsion, à la soudure des métaux par ultrasons**

L'ouvrage présente la géométrie du système oscillant complexe, à oscillations de torsion, et les problèmes que pose le projet respectif.

Les systèmes oscillants complexes permettent de transmettre à l'endroit de l'assemblage de très grandes quantités d'énergie ultrasonore. Ce genre de systèmes oscillants complexes ont permis de souder, dans de très bonnes conditions, les combinaisons de matériaux métalliques suivantes : Al—Al, Cu—Al, Cu—Cu, Cu—Ag, Cu—laiton, Cu—bronze.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 10, 11 fig., 3 réf.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 621.9.018.3

Dimitriu, N., Fânaru, N., Steiner, V. : **Die experimentell-analytische Ermittlung der technologischen Parameter bei den Elektroerosionsmaschinen**

Im Beitrag wird eine Methode zur rechnergestützte Ausarbeitung der Tabellen, welche die Fertigungstechnologie für die Elektroerosionsmaschinen mit massiver Elektrode enthalten. Aufgrund einer minimalen Anzahl von experimentell unter bestimmten Bedingungen ermittelten Angaben, wird unter Einsatz eines Recheners ein mathematisches Modell des elektrischen Abtragens ausgearbeitet. Unter Anwendung von Programmen werden die Werte der für jede Kombination von Eintrittsparametern aus dem untersuchten Bereich berechneten technologischen Parameter in Form von Tabellen ausgedruckt.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 10, 3 fig., 3 lit.

DK : 621.9.018.3

Gogoaşă, I., Andreescu, M., Jitianu, Gh., Săndulescu, Gh. : **Einige Beiträge zur Systementwicklung und der Technologie zur elektroerosiven Bearbeitung mit fadenförmiger Elektrode, numerischer Steuerung (CNC) und adaptive Überwachung ELEROFIL-10**

Das Referat präsentiert den theoretischen und bautechnischen Beitrag zur Entwicklung des Bearbeitungskomplexes ELEROFIL-10, welches das Ergebnis der Forschungen darstellt, die auf die Anwendung und Ausweitung der elektroerosiven Technologie (mit Faden) zur Bearbeitung von Metallen ausgerichtet ist, die vor allem zur hochgenauen Fertigung von Werkstücken mit komplexen Schnittformen und aus sehr harten Werkstoffen (die sehr schwer oder durchaus nicht unter Anwendung anderer Verfahren bearbeitet werden können) in der Flugzeug — und Raumfahrzeugindustrie, der elektrotechnischen und elektronischen Industrie, im Bau von Kernreaktoren, im Maschinenbau u.a bestimmt u.a. bestimmt ist. Beschrieben werden die wichtigsten Untersysteme (die eigentliche Maschine, die CNC-Anlage und der Impulsgenerator), ferner einige technologische Aspekte wie auch die infolge der Anwendung dieser neuen Technologie erzielten Ergebnisse.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 10, 4 fig.

DK : 621.9.018.3

Obaciu, Gh., Ivan, M. : **Prüfstand zum Testen der betriebstechnischen Eigenschaften bei den elekromechanischen Vorschubvorrichtungen**

Im Beitrag werden die Konstruction und der Betrieb eines komplexen Prüfstandes zur Ermittlung der betriebs — und bautechnischen Parameter der elektromechanischen Vorschubvorrichtungen, die über Gleichstrommotoren angetrieben werden, beschrieben. Infolge seiner vielseitigen Einsatzmöglichkeiten kann der Prüfstand sowohl zu Forschungszwecken als auch in der Fertigung zur Überprüfung und Regelung der Vorschubvorrichtungen benutzt werden.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 10, 7 fig., 4 lit.

DK : 541.3

Cuculeanu, Georgeta : **Die Berechnung der von der Katode während der elektrochemischen Bearbeitung frei gewordene Wasserstoffkonzentration**

Im Beitrag werden einige mit dem vom Katode frei gewordenen Wasserstoff verbundenen Aspekte untersucht : Form und Einwirkung auf den elektrochemischen Bearbeitungsprozeß. Die Wasserstoffmenge im Bearbeitungsraum kann herabgesetzt werden, wenn im Elektrolyt sich als Bestandteil ein Reaktionsmittel (nitriertes Ion), das auf die Katode reagiert, befindet. Da dessen Anwesenheit das Fierwerden von Wasserstoff nicht zu beeinflussen vermag, ist die Beseitigung der durch die Reaktionen verursachten Niederschläge möglichst rasch vorzunehmen.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 10, 2 fig., 7 Lit.

DK : 541.3

Ivan, M., Obaciu, Gh. : **Die elktrochemische Entgratung der Stirnzahnräder. Technologie und Anlage**

Ausgehend von dem Stahl aus dem diese Zahnräder hergestellt sind, wurden mit Hilfe einer Forschungsvorrichtung die wichtigsten elektrochemischen Eigenschaften dieses Werkstoffes ermittelt. Anschließend wurden die Zwischenzeiten der Bearbeitung — Bearbeitungsanfang und — abschluß —, die Berechnungsbeziehungen für die Bearbeitungszeit, die für die Bearbeitungszeit, die für die Entgratung der Zahnräder gemeinsamen und spezifischen Parameter festgelegt. Aufgrund dieser Parameter wurden 6 Vorrichtungen entwickelt und gebaut, welche die Entgratung und Abrundung der Verzahnung an den beiden Stirnseiten von 8 Werkstücken gewährleisten, die gesamte Bearbeitungszeit betrug höchstens 1 Minute. Die Entgratung erfolgt auf einer komplexen Anlage mit halbautomatischem Arbeitszyklus, deren wichtigsten technischen und Betriebskenndaten im letzten Teil des Beitrags angegeben werden.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 10, 8 fig., 2 lit.

DK : 541.3

Nani, V., Nica, M. : **Verfahren zur Endbearbeitung der Stirnzahnräder mit gerader Verzahnung durch elektrochemisches Abtragen.**

Im Beitrag werden ein neues Verfahren zur Endbearbeitung der Verzahnung bei Stirnbahnrädern mit gerader Verzahnung wie auch die zur eigentlichen Bearbeitung bestimmte Vorrichtung beschrieben. Es werden die Bearbeitungsmöglichkeiten deiser Zahnräder aus 41 Mo C 11 unter Anwendung von zwei Elektrolyten (NaCl und $NaNo_3$) in einer wässrigen Lösung von 10% angegeben und Aspekte, die mit der Bearbeitungsgenauigkeit .Radialspiel und Schrittabweichung) und mit der Oberflächenqualität verbunden, sind, erörtet.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 10, 10 fig., 4 lit.

DK : 621.9:621.375.9

Drăgănescu, V., Axinte, C., Farcaş, I., Guţu I., Nemeş, G. : **Laseranlage für unkonventionelle Bearbeitungsverfahren**

Im Beitrag werden zwei in IFTAR in Bukarest entwickelten Lasertypen beschrieben :

— ein Festkörperlaser mit gepulster Emission ;

— ein CO_2 — Laser mit kontinuierlicher Emission.

Mit diesen Lasertypen können komplizierte Bearbeitungsoperationen ausgeführt werden wie hochfeine Bohrungen (0,01÷0,8 mm) in jedwelchem Werkstoff, hochfeine Punktschweißung (0,01÷0,1 mm), Punkttrennen (kontrolliertes Brechen von keramischen Werkstoffen und Halbleitern) kontrollierte Mikrodämofung und Komponentenbschneidung, Schneiden von Isolierstoffen oder metallische Werkstoffen (0,5÷10 mm), Wärmebehandlung (Härtung) der Metallwerkteile großer Abmessungen, Zusamenschweißen von Blechen (überlapptes und Stoßschweißen).

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 10, 10 fig., 1 tab.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК: 621.9.018.3

Димитриу, Н., Фынару, Н., Стейнер, В.: **Аналитическо-экспериментальное определение технологических параметров электроэрозионных станков**

В работе представляется метод разработки при помощи ЭВМ таблиц, содержищих рабочую технологию для электроэрозионныых станков с массивным электродом. На основе минимального количества экспериментальных даных, полученных в определенных условиях, разрабатывается при помощи ЭВМ математическая модель электроэрозионного процесса. При помощи программ, в конце, выдаются в виде таблиц величины технологических параметров, расчитанных для любой комбинации входных параметров в рассматриваемой области.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 10, 3 рис., 3 лит.

ДК: 621.9.018.3

Гогоашэ, И., Андрееску, М., Житиану, Г., Сэндулеску, Г.: **Вклад, внесенный в создание системы и технологии электроэрозионной обработки с волосообразным электродом, системы ЧПУ и системы адаптивного контроля „ELEROFIL-10"**

В статье представляется теоретический и конструктивный вклад внесенный в создание комплексной системы обработки „ELEROFIL-10", который является результатом исследований, направленных на применение и расширение электроэрозионной технологии (с нитью) обработки металлов, предназначенной в основном обработки с повышенной точностью деталей с сложной геометрией и из очень твердых материалов (трудно-обрабатываемых или невозможно обрабатываемых другими способами) в промышленности аввиакосмической аппаратуры, электротехнике и электронике, в производстве ядерных реакторов, машиностроении и т.д.

Описаны основные подсистемы (сам станок, устройство ЧПУ и импульсный генератор), некоторые технологические аспекты и результаты применения новой технологии.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 10, 4 рис.

ДК: 621.9.018.3

Обачю, Г., Иван, М.: **Стенд для испытания функциональности электромеханических механизмов подачи**

В работе описываются конструкция и функционирование комплексного стенда для определения функциональных и конструктивных параметров электромеханических механизмов подач, оснащенных двигателями постоянного тока. Благодаря своей универсальности этот стенд может быть использован в исследовании или в производстве для испытания и регулировки механизмов для подач.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 10, 7 рис. 4 лит.

ДК: 541.3

Кукулеану Джеорджета: **Расчет концентрации водорода, выделяемого у катода в процессе электрохимической обработки**

В работе рассматриваются некоторые аспекты, связанные с выделнием водорода у катода: его форма и влияние на процесс электрохимической обработки. Количество водорода в рабочем пространстве может быть меньше если в электролите имеется умягчающий компонент (нитрованный ион), который реагирует на катоде. Его наличие, однако, не является решающим в выделении водорода и, поэтому удаление продуктов реакций должно быть произведено с повышенной скоростью.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 10, 2 рис., 7 лит.

ДК: 541.3

Иван, М., Обачю, Р.: **Очистка от заусенцев электрохимическим способом цилиндрических зубчатых колес. Технология и оборудование**

Исходя из стали, из которой изготовляются эти колеса, при помощи исследовательского приспособления, были определны основные электрохимические характеристики этого материала. Потом были установлены рабочий, первоначальный и конечный зазоры, соотношения расчета времени обработки, общие и специфические параметры очистки от заусенцев зубчатых колес. На основе этих параметров были спроектированы и изготовлены 6 приспособлений, при помощи которых обеспечиваются очистка от заусенцев и закругление зубьев на обеих торцевых поверхностях 8 деталей, общее время обработки составляя не больше 1 мин. Очистка от заусенцев осуществляется на сложной установке в полуавтоматическом режиме, основные технические и функциональные характеристики которой представлены в конце работы.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 10, 8 рис., 2 лит.

ДК: 541.3

Нани, В., Ника, М.: **Способ чистовой обработки прямозубых цилиндрических зубчатых колес путем электрохимической эрозии**

В работе представляется новый способ чистовой обработки прямозубых цилиндрических зубчатых колес, а также приспособление для выполнения этой обработки. Дается оценка об обрабатываемости этих зубчатых колес из 41 MoC 11 используя 2 электролита (NaCl и $NaNO_3$) в водяном растворе с концентрацией до 10% следя за некоторыми аспектами, связанными с точностью обработки (радиальное биение и погрешность по шагу) и качеством поверхности.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 10, 10 рис., 4 лит.

ДК: 621.9 : 621.375.9

Дрэгэнеску, В., Аксинте, К., Фаркаш, И., Гуцу, И., Немеш, Г.: **Лазерные устройства для нетрадиционной обработки**

В статье приведены 2 типа лазера, разработанных институтом ИФТАР — Бухарест:

— лазер с твердым веществом с пульсирующей эмиссией
— лазер с CO_2 с непрерывной эмиссией

При помощи этих типов лазера можно выполнить сложные операции обработки, как например: очень точное сверление (0,01 ÷ 0,8 мм), любых материалов, точечная сварка высокой точности (0,01 ÷ 0,1 мм), точечная контролируемая вырезка (ломка) керамических материалов и полупроводников, контролируемое микровыпаривание и регулирование составных элементов, резка изолирующих или металлических материалов (0,5 ÷ 10 мм), термическая обработка (закалка) металлических дателей больших размеров, сварка листов (внапуск и стыковая).

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 10, 15 рис., 1 табл.

CZ : 621.9 : 534.321.9

Amza, Gh. : **Cercetări teoretice și experimentale privind sudarea cu ultrasunete a firelor, foliilor și foițelor pe plăci**

Lucrarea prezintă cîteva posibilități de sudare a firelor de aluminiu pe plăci de aluminiu și a foliilor de aluminiu folosind energia ultrasonoră, precum și mecanismul formării îmbinării sudate. Se studiază influența condițiilor acustice asupra calității îmbinării și rezistenței îmbinării, precum și modalitatea de calcul și construcție a principalelor părți componente ale unui pistolet de sudare cu ultrasunete, construit în catedra de Tehnologia Materialelor și Sudură din Institutul Politehnic București.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 10, 7 fig., 6 ref. bibl.

CZ : 621.97

Tureac, I. : **Presarea la rece prin electrohidroimpulsuri**

Folosind lucrările publicate, sînt prezentate cîteva aspecte privind presarea la rece prin electrohidroimpulsuri. Sînt descrise particularitățile executării tăierii, perforării, decupării, ambutisării, formării și presării. În final, sînt prezentate tendințele privind dezvoltarea viitoare a tehnologiilor și mașinilor în scopul unei largi aplicări a presării electrohidroimpulsive în industria constructoare de mașini.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 10, 6 fig., 8 ref. bibl.

CZ : 621.357

Iova, Rodica : **Tensiuni și deformații în procesul de metalizare**

În lucrare sînt studiate cauzele apariției tensiunilor și deformațiilor la metalizare și mijloacele de reducere a lor. Se arată că tensiunile apar în toate etapele procesului de depunere : încălzire, sinterizare, răcire. Ele sînt exprimate matematic. În final se dau recomandări pentru elaborarea tehnologiilor de depunere prin metalizare, necesare reducerii tensiunilor și deci a deformațiilor.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 10, 2 fig., 7 ref. bibl.

D.C. : 621.9 : 534.321.9

Amza, Gh. : **Theoretical and Experimental Research Concerning the Ultrasound Wtlding of Wires and Foils on Plates**

The paper presents several possibilities of welding aluminium wires onto aluminium plates and of aluminium foils by using ultrasound energy, as well as the weld forming mechanism. A study is undertaken of the influence of acoustic conditions upon the quality and resistance of the weld. as well as the calculation method and design of the main components of an ultrasound welding handle made by the staff of Materials Techonology and Welding within the Polytechnical Institute in Bucharest.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 10, 7 fig., 6 bibl. papers

---

D.C. : 621.97

Tureac, I. : **Cold Stamping by Electrohydraulical Impulses**

Starting from the already published works, the paper presents several aspects concerning the cold stamping by electrohydraulical impulses. The particular aspects described refer to cutting, punching, blanking, deep drawing, forming and pressing. The paper ends with a presentation of the future trends concerning the development of technologies and machines for a wide-scale use of electrohydraulic impulse stamping in the mechanical engineering industry.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 10, 6 fig., 8 bibl. papers

---

D.C. : 621.357

Iova, Rodica : **Stresses and Deformations Occuring During the Metal Coating Process**

The paper deals with the causes of stresses and deformations occuring during metal coating and the possibility to reduce them. The author shows that stresses occur during every stage of the deposition process : heating, sintering, cooling. Mathematic formulae are used to express them. The directions given in the end refer to the working out of the technologies of metal deposition necessary for reducing stresses and deformations at the same time.

Construcția de mașini, 6 (1984), No. 10, 2 fig., 7 bibl. papers

---

CD : 621.9 :534.321.9

Amza, Gh. : **Recherches théoriques et expérimentales concernant la soudure à ultrasons des fils, des feuilles et des fils sur des plaques**

L'ouvrage présent plusieurs possibilités de souder les fils d'aluminium sur des plaques d'aluminium et des feuilles d'aluminium en utilisant l'énergie ultrasonore, ainsi que le mécanisme de la formation de l'assemblage soudé. On étudie l'influence qu'exercent les conditions acoustiques sur la qualité et la résistance de l'assemblage, ainsi que le mode de calcul et de construction des principales parties composantes d'un pistolet de soudure à ultrasons, construit dans le cadre de la chaire de Technologie des Matériaux de Soudure de l'Institut Polytechnique de Bucarest.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 10, 7 fig., 6 réf.

CD : 601.97

Tureac, I. : **Pressage à froid par électro-hydro-impulsions**

En utilisant ls ouvrages publiés, cet article présente des aspects concernant le pressage à froid par électro-hydro-impulsions. On décrit les particularités de l'exécution de la coupe, de la perforation, du découpage, de l'emboutissage, de la formation et du pressage. Finalement, on présente les tendances du développement futur des technologies et des machines en vue d'une large application du pressage par électro-hydro-impulsions dans l'industrie des constructions mécaniques.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 10, 6 fig., 8 réf.

CD : 621.457

Iova, Rodica : **Tensions et déformtions dans le processus de métallisation**

L'ouvrage étudie les causes provoquant l'apparition des tensions et des déformations lors de la métallisation, ainsi que les moyens de les réduire. On montre que les tensions apparaissent durant toutes les étapes du processus de dépôt : chauffage, frittage, refroidissement. Ces tensions sont exprimées de manière mathématique. Finalement, on fait des recommandations relatives à l'élaboration des technologies de dépôt par métallisation, susceptibles de réduire les tensions, donc des déformations.

Construcția de mașini, 36 (1984), no. 10, 2 fig., 7 réf.

DK : 621.9:534.9

Dumitrache, Fl., Drimer, D.: **Forschungen hinsichtlich der Anwendung von komplexen Oszillationssystemen mit Torsionsschwingungen beim Ultraschallschweißen der Metalle**

Im Beitrag werden die Geometrie des komplexen Oszillationssystems mit Torsionsschwingungen wie auch die Probleme, die bei der Entwicklung dieses Systems zu lösen weren erörtet. Mit dem komplexen Oszillationssystem ist es möglich, an die Verbindungsstelle möglichst hohe Mengen von Ultraschallenergie zu senden. Solche komplexe Oszillationssysteme ermöglichten das sehr gute Zusammenschweißen folgender Werkstoffkombinationen aus Metall: Al—Al, Cu—Al, Cu—Cu, Cu—Ag, Cu—Messing, Cu—Bronze.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 10, 2 fig., 7 Lit.

DK : 621.9:534.321.9

Amza, Gh.: **Theoretische und experimentelle Untersuchungen hinsichtlich des Utraschallschweißens von Fäden, Folien und von Fäden auf Platten**

Im Beitrag werden einige Möglichkeiten zum Aufschweißen von Aluminiumfäden auf Aluminiumplatten und zum Zusammenaschweßen von Aluminiumfolien unter Anwendung der Ultraschallenergie wie auch die Art und Weise in der die Schweißverbindung gebildet wird, beschrieben. Untersucht werden die Einwirkung der akustischen Bedingungen auf die Qualität der Verbindung und die Haltbarkeit der Verbindung wie auch die Möglichkeiten zur Berechnung und Konstruktion der wichtigsten Bestandteile eines Ultraschallschweißbrenners, der vom Lehrstuhl für Werkstofftechnologie und Schweißtechnik im Polytechnischen Institut in Bukarest gebaut wurde.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 10, 1 fig., 6 Lit.

DK : 621.97

Tureac, I.: **Das Kaltpressen mit elektrohydraulischen Impulsen**

Unter Berufung auf die veröffentlichten Arbeiten werden einige Aspekte hinsichtlich des Kaltpressens mit elekrohydraulischn Impulsen behandelt. Beschrieben werden die Detailaspekte der Schneide —, Durchlöchungs — Ausschneide —, Zieh —, Form — und Preßverfahren. Anschließend werden die Tendenzen in der künftigen Entwicklung der Technologien und der Maschinen hinsichtlich einer weitgehenden Anwendung des Preßverfahrens mit elektroyhdraulischen Impulsen in der Maschinenbauindustrie angeführt.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 10, 6 fig., 8 Lit.

DK : 621.357

Iova, Rodica: **Spannungen und Verzerrungen im Metallisierungsprozeß**

Im Beitrag werden die Ursache der Entstehung von Spannungen und Verzerrungen während der Metallisierung und die Möglichkeiten sie herabzusetzen untersucht. Es wird bewiesen, daß die Spannungen in allen Etappen des Auftragsprozesses — Erwärmung, Sinterung, Abkühlung — entstehen. Sie werden in mathematischen Formeln ausgedrückt. Anschließend werden Empfehlungen veröffentlicht zur Ausarbeitung der Metallisierungstechnologien, die zur Herabsetzung der Spannungen und Verzerrungen erforderlich sind.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 10, 2 fig., 7 Lit.

ДК : 621.9 : 534.321.9

Думитраке, Фл., Дример, Д.: **Исследования по применению сложных колебательных систем с крутильными колебаниями при ультразвуковой сварке металлов**

В работе представлена геометрия сложной колебательной системы с крутильными колебаниями и вопросы, возникающие при ее проектировании.

При помощи сложных колебательных систем можно подать к месту соединения большие количества ультразвуковой энергии. Такие сложные колебательные системы позволили сварку в очень хороших условиях следующих комбинаций металлических материалов: Al-Al, Cu-Al, Cu-Cu, Cu-Ag, медь-латунь, медь-бронза.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 10, 11 рис., 3 лит.

ДК : 621.9 : 534.321.9

Амза, Г.: **Теоретические и экспериментальные исследования по ультразвуковой сварке проволок, листов и проволок на плитках**

В работе представлены несколько возможностей сварки алюминиевых проволок на алюминиевы плитках при помощи ультразвуковой энергии, а также механизм образования сварного соединения. Рассматривается влияние акустических условий на качество соединения и прочности соединеня, а также способ расчета и конструкции основный компонентов пистолета для ультразвуковой сварки, созданного на кафедре по технологии материалов и сварке Бухарестского политехнического института.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 10, 7 рис., 6 лит.

ДК : 621.97

Туряк, И.: **Холодная запрессовка электрогидравлическими импульсами**

Основываясь на уже опубликованных материалах, в работе представлены несколько аспектов холодной запрессовки электрогидравлическими импульсами. Описаны особенности выполнения резки, перфорирования, вырезки, высадки, формовки и прессования. В конце приведены тенденции дальнейшего развития технологий и станков в целях широкого применения запрессовки электрогидравлическими импульсами в машиностроительной промышленности.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.) н. 10, 6 рис., 8 лит.

ДК : 621.357

Ёва Родика: **Напряжения и деформации в процессе металлизации**

В работе изучены причины возникновения напряжений и деформаций в процессе металлизации и средства их уменьшения. Указывается, что напряжения появляются во всех этапах осаждения: нагревание, спекание, охлаждение. Они выражены в математическом виде. В конце даются рекомендации по разработке технологий осаждения путем металлизации, необходимых для уменьшения напряжений и, значит, деформаций.

Construcţia de maşini
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 10, 2 рис., 7 лит.

CZ : 621.9.018.3

Determinarea experimental-analitică a parametrilor tehnologici la mașinile de prelucrat prin electroeroziune

Ing. Nicolae **DIMITRIU**, ing. Nicolae **FÂNARU**, fiz. Victor **STEINER** – I.C.T.C.M. București

Introducere

Tehnologiile de lucru care însoțesc mașinile de prelucrat prin electroeroziune reprezintă, grafic sau tabelar, corespondența dintre parametrii de regim prereglați și parametrii tehnologici rezultați la prelucrare.

Inexistența unui model matematic al procesului electroeroziv, cu care să se determine pe cale analitică valorile parametrilor de ieșire, funcție de mărimile de intrare, implică — în prezent — efectuarea unui volum mare de experimentări, în anumite condiții de lucru.

După o serie de încercări, s-a elaborat o metodă hibridă, experimental-analitică, de obținere a tehnologiilor de lucru, bazată pe un set minim de date experimentale, care, prelucrate pe calculator, conduc la expresia analitică ce descrie global procesul, în condițiile de lucru respective.

Avînd astfel modelul matematic, cu ajutorul unor programe de calcul adecvate, se pot scoate pe imprimantă tabelele tehnologice pentru orice valori ale parametrilor de intrare din domeniul explorat experimental.

Condiții pentru aplicarea metodei

Datele experimentale ce stau la baza elaborării modelului matematic al procesului trebuie să fie obținute și să îndeplinească anumite condiții, în care metoda are valabilitate. Aceste condiții pot fi analizate din două puncte de vedere : tehnologic și matematic.

Condiția tehnologică este fundamentală pentru a putea aplica metoda și prin aceasta se înțelege că întreg complexul tehnologic implicat în experimentări trebuie să-și mențină parametrii, în limitele cît mai strînse ale unei distribuții normale. Dacă acest lucru nu este respectat, metoda analitică nu mai poate fi aplicată sau rezultatele devin necontrolabile.

În cazul respectării acestei condiții, se poate trece la analiza aspectelor matematice, ce se referă la stabilirea limitei de precizie, care determină numărul minim necesar de date experimentale.

Limita de precizie se referă atît la precizia datelor experimentale, cît și la precizia dată de modelul matematic stabilit.

În ceea ce privește precizia datelor experimentale, abaterile ce apar între valorile măsurate sînt datorate, pe deoparte, fluctuațiilor inerente ale procesului, iar, pe de altă parte, erorilor de măsurare.

S-a constatat că împrăștierea valorilor experimentale respectă o lege de distribuție normală. În funcție de eroarea statistică, σ, prestabilită, rezultă numărul minim de teste identice, necesare pentru calculul mediei valorilor parametrului urmărit.

Împrăștierea datelor experimentale se consideră acceptabilă, cînd minimum 90% din valorile măsurate se înscriu în domeniul $\pm$ față de valoarea medie.

Precizia modelului matematic se stabilește calculînd abaterea relativă a curbei ce descrie procesul, față de punctele obținute experimental, eroarea de modelare trebuind să fie mai mică decît eroarea de măsurare.

În cadrul metodei, precizia este asigurată prin descrierea procesului cu o funcție polinomială de grad superior, așa cum se va arăta în capitolul următor. În acest caz, numărul de puncte minim, necesar pentru definirea funcției, trebuie să fie cu 1 mai mare decît gradul său.

În concluzie, cu cît condițiile de experimentare sînt mai stricte, erorile sînt mai mici și precizia metodei este mai bună, atît în faza de modelare, cît și în cea de elaborare a tehnologiei.

Stabilirea modelului matematic

Procesul de prelucrare electroeroziv poate fi descris de patru parametri tehnologici de ieșire (productivitate p, uzură u, interstițiu i și rugozitate r, determinați de principalii parametri de regim : curentul de descărcare, I, (treapta de curent) și timpul de impuls, t_i, ce rezultă din relația cunoscută a energiei de descărcare : $w = u \int_0^t I \, dt$ ($u = \text{const.}$).

Datorită complexității fenomenului și a influenței aleatoare a diverșilor factori perturbatori, dependența dintre parametrii de intrare și ieșire se determină în modul cel mai sigur prin metode experimentale.

Această dependență se reprezintă grafic ca în figura 1 și poate fi descrisă prin mai multe

expresii analitice, dintre care cea mai acoperitoare este de formă biliniară :

$$Z(x,y) = \sum a_{ij} x^{i-1} y^{j-1} \quad (i = 1, \ldots N \,;\, j = 1, \ldots M) \tag{1}$$

unde : $x = \lg t$; $y = \lg I$; $z = \lg$ (p sau u, i, r)

Elementele de matrice a_{ij}, care caracterizează forma suprafeței $Z = Z\,(x, y)$, se determină prin potrivirea expresiei (1) la datele experimentale. În acest scop se utilizează metoda celor mai mici pătrate, care permite determinarea coeficienților a_{ij} din condiția de minimizare a distanțelor dintre punctele experimentale și suprafața model, $Z\,(x, y)$. În figura 2 este prezentată forma acestei suprafețe în cazul particular al productivității, $p\,(t, I)$. Acuratețea modelului se dovedește bună, în special pe domeniul acoperit cu puncte experimentale. Extrapolările, pe baza acestui model, sînt riscante.

Valorile N și M sînt opționale și depind de modelul ales.

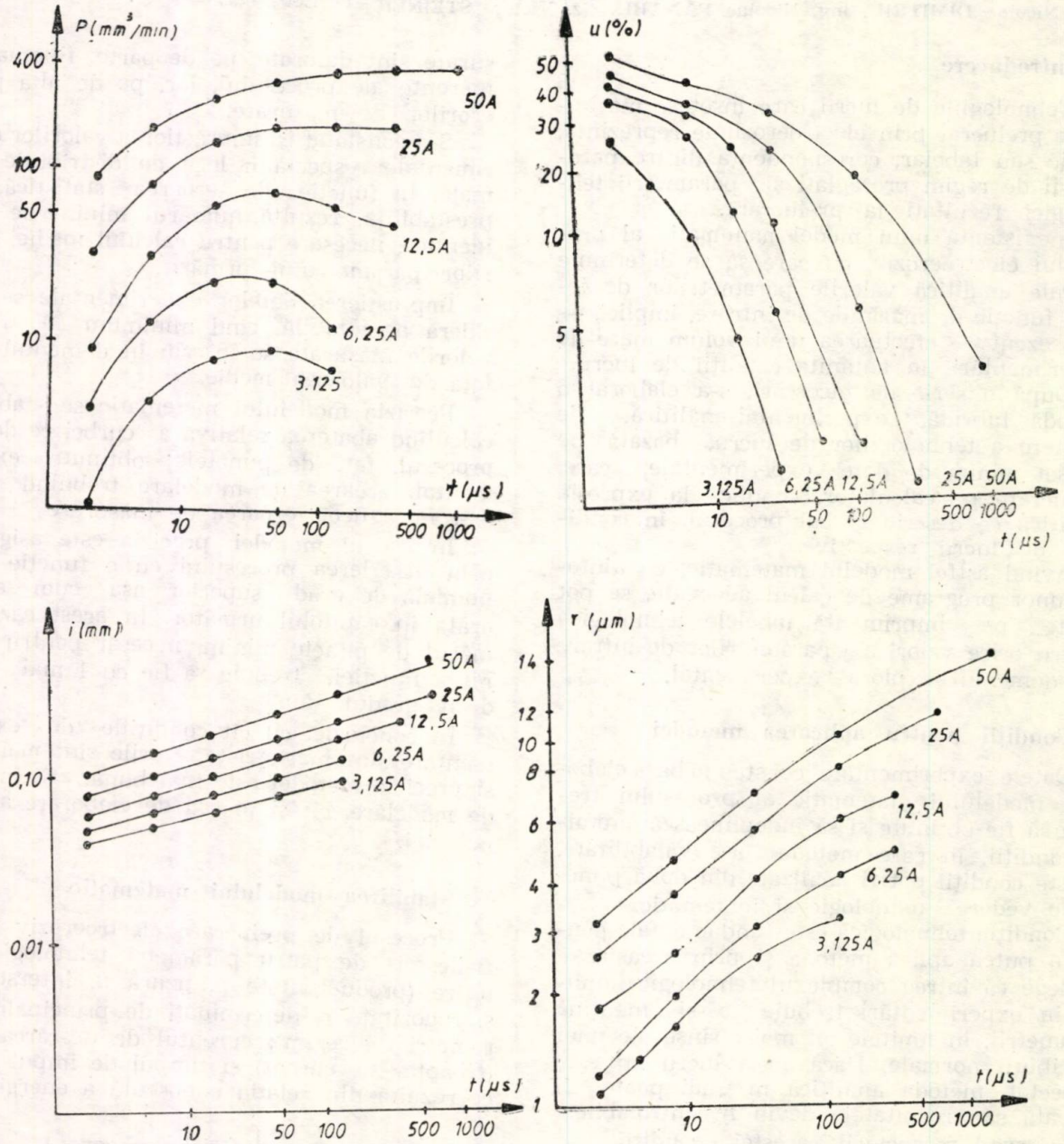


Fig. 1 Datele experimentale de bază pentru productivitate *(p)*, uzură *(u)*, interstițiu *(i)* și rugozitate *(r)*, pentru $t = 2 \ldots 1600$ microsecunde, și $I = 3{,}125 \ldots 50$ A.

Procedeul de modelare decurge în două etape, corespunzătoare celor două variabile x, y și se bazează pe setul de date experimentale.

În prima etapă, se modelează dependența $Z = Z\ (x,\ y_k)$ a parametrului Z la curent y_k fix și timp de impuls x, variabil. Se găsește un polinom de grad n_k, care să aproximeze acceptabil cele $L\ (k)$ puncte experimentale $(x_l,\ z_{l,k})$, $l = 1, \ldots L\ (k)$. Procedeul se repetă pentru fiecare curent y_k, $k = 1, \ldots K$, și rezultă :

$$Z(x, y_k) = \sum_{i=1}^{n_k+1} a_i(y_k) x^{i-1},\ k = 1, \ldots K \tag{2}$$

În a doua etapă, se modelează dependența coeficienților polinomiali $a_i(y_k)$, $k = 1, \ldots K$; $i = 1, \ldots n_k + 1$ în funcție de y_k și se găsesc $n_k + 1$ polinoame de grad m_i, $i = 1 \ldots n_k$ care aproximează acceptabil setul de puncte : $[a_i (y_k), y_k]$, $i = 1, \ldots n_k + 1$, $k = 1, \ldots K$

$$a_i(y) = \sum_{j=1}^{m_i+1} a_{ij} y^{j-1},\ i = 1, \ldots n_k + 1 \tag{3}$$

Combinînd (3) cu (2) se ajunge la expresia (1) în care $N = \max\ (n_k + 1)$, $M = \max\ (m+1)$. Evident gradele n_k și m_i sînt opționale și din acest motiv unele elemente de matrice a_{ij} pot fi nule.

Acest procedeu, laborios în principiu, se pretează însă foarte bine programării la calculator. Viteza și precizia de calcul fac ca metoda să devină eficientă.

Toate informațiile legate de model sînt concentrate în matricea (a_{ij}), care poate fi acum utilizată pentru stabilirea prin calcul a unui nou set de valori $Z\ (x,\ y)$ în condiții x, y neexplorate experimental.

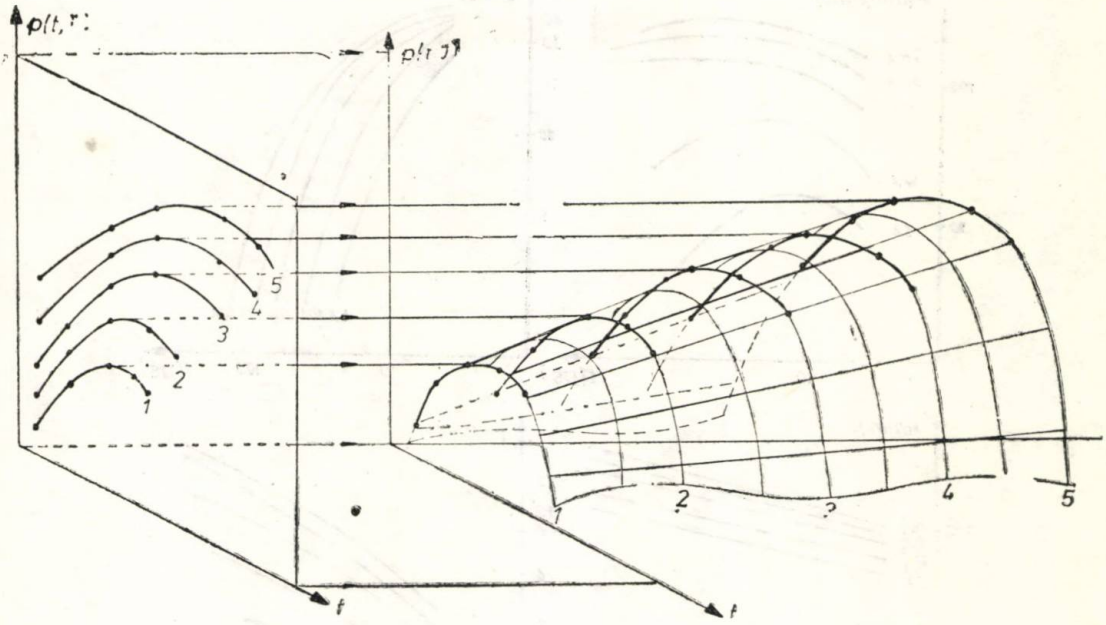


Fig. 2 Forma suprafeței $z = z\ (x,\ y)$, în cazul particular al familiei curbelor de productivitate.

Repetînd acest procedeu, pentru fiecare din parametrii tehnologici urmăriți $(p,\ u,\ i,\ r)$, se determină 4 matrice model : (p_{ij}), (u_{ij}), (i_{ij}), (r_{ij}), care caracterizează complet procedeul electroeroziv, pe domeniul experimental explorat.

Pe baza acestor matrice-model se pot stabili, prin calcul, cu expresia (1), valorile parametrilor tehnologici Z (adică p, u, i și r) în orice condiții experimentale $(x,\ y)$, adică $(t,\ I)$, incluse în domeniul experimental. În figura 3 sînt prezentate curbele calculate pentru alți curenți și alți timpi de impuls, pentru care nu au existat date experimentale. Toate curbele prezentate în figură au fost modelate unitar, prin polinoame de grad 4, atît în ceea ce privește dependența de t cît și de I. Matricele — model au avut deci dimensiunea 5×5, $(N = 5,\ M = 5)$. Calculul tehnologiei pe baza modelului a fost limitat, pentru siguranță, la un subdomeniu al domeniului $(t,\ I)$ explorat experimental. În această situație, erorile de modelare au fost sub 6% pentru productivitate, sub 10% pentru uzură, sub 2% pentru interstițiu și sub 5% pentru rugozitate.

Metoda oferă largi posibilități de dezvoltare, dacă împreună cu punctele experimentale

pot fi obținute informații referitoare la expresia analitică a suprafeței, care provin din studiul procesului electroeroziv. În această situație, precizia va crește considerabil, iar extrapolările pe baza modelului vor deveni acceptabile.

Pentru prelucrarea datelor și modelare, s-a constituit sistemul de programe MODEL, TRANSFER, ELER, scrise în limbaj BASIC, pentru calculatorul WANG 2200.

Programul MODEL [1] constituie nucleul sistemului. Cu ajutorul său s-a calculat coefi-

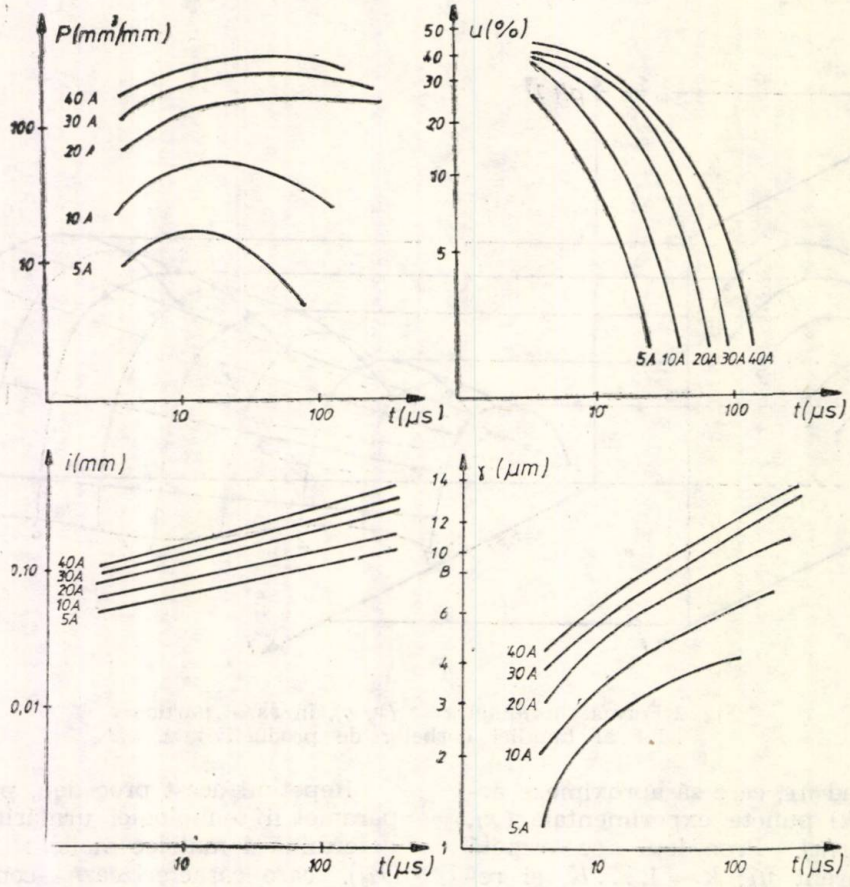


Fig. 3 Curbe calculate cu modelul matematic pentru productivitate *(p)*, uzură *(u)*, interstițiu *(i)* și rugozitate *(r)*, pentru $t=5\ldots1280$ microsecunde și $I=5\ldots40$ A.

Aplicarea metodei

Metoda expusă a fost aplicată într-o fază incipientă, la elaborarea tehnologiei pentru mașina de prelucrat prin electroeroziune ELER-21. În prima fază de experimentări, atît mașina cît și generatorul au fost testate și s-au ridicat gaussienele la diverse regimuri, legea de distribuție păstrîndu-se în limite strînse, 90% din rezultate fiind în domeniul $\pm 10\%$ față de maximul curbei.

Pentru fiecare tip de polinom model, s-au efectuat experimentări în 5 puncte (5 timpi de impuls t_i) pentru fiecare treaptă de curent (I) — gradul maxim al polinomului fiind 4.

Probele — test au fost stabilite în așa fel încît să se păstreze condiții optime de prelucrat. Măsurările s-au efectuat cu deosebită atenție și acuratețe pentru a nu introduce erori suplimentare.

cienții polinomiali a_{ij}, s-au trasat graficele s-au făcut verificări, s-au comandat periphericele, etc.

Programele TRANSFER și ELER au un rol auxiliar, fiind destinate automatizării procesului. Programul TRANSFER pregătește datele de model pentru tranziție de la etapa I, la etapa II de modelare, iar programul ELER execută verificarea modelului, calculul și editarea tabelelor de tehnologie.

Modelele tuturor curbelor sînt reținute în fișiere, pe disc și pot fi reproduse grafic.

Eroarea de model, în cazul aplicației, a fost de maximum 10%.

Pentru generarea unei tehnologii complete sînt create 4 $(K+N)$ fișiere, care ocupă 48 $(K+N)$ unități de memorie pe disc. Gradul polinomial maxim posibil este 7, considerat

suficient, avînd în vedere proprietățile analitice ale curbelor tehnologice ale procesului electroeroziv.

Informativ, durata prelucrării datelor, modelării și elaborării tabelului tehnologic, pentru un parametru *(p, u, i* sau *r)*, o singură treaptă de curent și 5 timpi de impuls, este de 2—4 min.

Concluzii

Metoda experimental-analitică prezentată constituie un instrument deosebit de eficient în elaborarea tehnologiilor de prelucrare electroerozivă. Ea asigură o precizie ridicată, în condițiile menținerii în limite strînse a abaterilor parametrilor de lucru și de măsurare (sub 10%).

Un avantaj al metodei este că își determină modelul matematic pe baza unui număr minim de date experimentale; ceea ce face ca procesul să fie descris analitic, foarte apropiat de condițiile reale în care se desfășoară, cu economii importante de materiale și timp.

Aprofundarea studiului fenomenologic și găsirea unui model global pentru procesul electroeroziv va îmbogăți substanțial metoda, permițînd trecerea la automatizarea completă a procesului tehnologic de prelucrare.

Atît metoda, cît și programele au o mare flexibilitate și independență, putînd fi adaptate și aplicate și în alte cazuri unde fenomenele nu pot fi descrise analitic, ci discret, prin puncte determinate experimental.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Trufinescu, S.*: „Program MODEL", I.C.T.C.M., 1983.

[2] *Bucur, C.M. ș.a.*: „Calculul numeric". Editura didactică și pedagogică, 1983.

[3] *x x x*: Elaborare tehnologie de lucru pentru generatoarele GEP 25 ... 200 MF, I.C.T.M., 1983.

CZ : 621.9.018.3

Contribuții la crearea sistemului și tehnologiei de prelucrare prin electroeroziune cu electrod filiform, comanda numerică (CNC) și control adaptiv „ELEROFIL — 10"

Ing. Ioan **GOGOAȘĂ**, ing. Marin **ANDREESCU**, ing. Gheorghe **JITIANU**, ing. Gheorghe **SĂNDULESCU** – I.C.T.C.M. București

Introducere

În ansamblul factorilor hotărîtori în ceea ce privește realizarea unor produse cu performanțe superioare și un nivel de eficiență competitiv, tehnologiile de prelucrare ocupă un loc deosebit. Se poate afirma că dezvoltarea industrială vertiginoasă din ultimele decenii a fost posibilă grație punerii la punct și utilizării pe scară largă a unor procedee tehnologice de vîrf, din rîndul cărora, prin eficiență și noutate, se desprind și prelucrările prin procedee neconvenționale.

În acest context, I.C.T.C.M. — în colaborare cu I.P.A. și I.C.P.E. — București a inițiat, realizat și introdus în industrie noua tehnologie de prelucrare electroerozivă cu electrod filiform și respectiv a proiectat și realizat sistemul deosebit de complex, aferent acestei tehnologii și destinat în principal uzinării pieselor din materiale dure și foarte dure, greu sau imposibil de prelucrat prin alte procedee.

Sistemul ELEROFIL-10 a fost realizat, prin conlucrarea a trei colective din institutele de cercetare științifică menționate și este destinat efectuării unor operații tehnologice aferente prelucrărilor neconvenționale în vederea :

— prelucrării multiplelor piese cu configurații complexe din materiale dificil de prelucrat prin procedee convenționale din industria : aerospațială, electrotehnică și electronică, energetică și nucleară, construcții de mașini etc. ;

— prelucrarea profilului matrițelor de decupare și a filierelor de tras sau extrudat, confecționate din materiale dure și carburi metalice ;

— prelucrarea conturului activ al plăcilor tăietoare și poansoanelor pentru ștanțe cu profile complexe și altele.

Contribuțiile aduse de colectivul nostru atît în plan teoretic cît și constructiv au permis rezolvarea dezideratelor procesului tehnologic îndeplinind, cu perfecționări similare realizărilor pe plan mondial, următoarele probleme :

— realizarea unor sisteme mecanice de ghidare, avans și antrenare cu performanțe ridicate și specifice ;

— realizarea sistemului de antrenare a firului de electroerodare incluzînd comanda și controlul vitezei și tensionării firului ;

— realizarea sistemului de deionizare și vehiculare a lichidului dielectric injectat în zona de electroerodare ;

— generarea numerică a traiectoriilor liniare și circulare, pe baza prelucrării informațiilor de la un suport de informații schimbabile (bandă perforată) și a informațiilor prelucrate privind controlul adaptiv ;

— corectarea numerică a acestor traiectorii, ca urmare a erorilor mecanice dinamice și statice ale sistemului, care se realizează prin introducerea unor vectori de corecție a conturului, ceea ce implică corecții de traiectorii cu intersecții complexe, atît interioare cît și exterioare ;

— corectarea numerică a acestor traiectorii ca urmare a introducerii unui factor de multiplicare, demultiplicare ;

— realizarea accelerării — decelerării organelor mobile, în vederea obținerii unei dinamice adecvate ;

— realizarea unui sistem automat hibrid, cu funcții de transfer suportate în software și în hardware pentru automatizarea (pe baza unui algoritm de adaptare ce include returul pe contur și comanda vitezei pe contur) a procesului de prelucrare ce implică funcții cu dependență multivariabilă ;

— realizarea prelucrării numerice a informației pentru obținerea dialogului cu procesul și ansamblele sistemului ;

— generarea impulsurilor electroerozive de energie constantă și controlabilă pe tot parcursul unei prelucrări.

Prezentarea sistemului

Componentele funcționale ale întregului sistem ELEROFIL-10 sînt prezentate în figura 1, care conține schema-bloc a întregului ansamblu. Structura de ansamblu constă în 4 subsisteme :

1 — subsistemul mecanic (mașina propriu-zisă) ;

2 — subsistemul de generare a impulsurilor de erodare și control a stării plasmatice din spațiul de lucru ;

3 — echipamentul de comandă numerică ;

4 — subsisteme de interlegături.

Mașina propriu-zisă se compune din 4 subsisteme principale :

1 — subsistemul de avans al saniei mesei de lucru pe direcția „X" ;

2 — subsistemul de avans al saniei portelectrod-fir pe direcția „Y" ;

3 — subsistemul de antrenare ghidare și întindere a electrodului filiform (fir de cupru) ;

4 — subsistemul de pregătire a dielectricului, cu controlul și menținerea automată a gradului de deionizare.

Dintre cerințele impuse principalelor subsisteme mecanice din componența mașinilor de prelucrat electroeroziv (ED) cu electrod filiform, subliniem asigurarea rigidității statice și dinamice, flexibilitatea comenzilor și asigurarea manevrării comode.

În procesul de lucru, pe mașinile ED cu fir acționează și au o influență deosebită oscilațiile dinamice generate de funcționarea mecanismelor de avans al săniilor, a mecanismului de rulare a firului, a subsistemului de vehiculare a lichidului dielectric și altele.

Aceste oscilații, la rîndul lor, imprimă vibrații în subsistemul de ghidare a firului-electrod, vibrații a căror valoare depinde de rigiditatea dinamică a întregului sistem.

În cazul obținerii unei insuficiente rigidități dinamice, cu repercusiuni directe asupra amplificării vibrațiilor transmise în electrodul-filiform și piesa de prelucrat, apare inevitabil o reducere a productivității și a preciziei de prelucrare.

Luînd în considerare cerințele arătate mai sus și evidențiate prin experimentările efectuate, preocupările colectivului de cercetare au fost orientate în direcția rezolvării lor prin reducerea masei subansamblelor mobile și elaborarea unor soluții constructive moderne în realizarea cinematicii și obținerea unei rigidități adecvate.

Astfel, la realizarea cinematicii subsistemelor de avans pe direcțiile „X" și „Y" (fig. 2), s-a urmărit obținerea unei înalte rigidități a subsistemelor, precum și reducerea la minimum a frecărilor prin aplicarea unor soluții moderne, respectiv folosirea ghidajelor de rostogolire (cu role) și a șurubului cu piuliță pretensionată, de mare precizie (cu ace), soluții care practic elimină fenomenul stick-slip, vibrații, șocuri și deformații și generarea din această cauză a scurtcircuitelor în zona de lucru.

Rezolvarea transmisiei avansului prin ansamblul șurub-piuliță pretensionată, de mare precizie, în cazul mașinii ELEROFIL-10, prezintă o serie de avantaje printre care evidențiem : o excelentă rigiditate axială, menținerea timp îndelungat a preciziei inițiale și eliminarea dependenței forței de frecare de viteza de deplasare.

Calitatea și precizia subsistemelor de avans astfel realizate a făcut posibilă aplicarea (în prima variantă a mașinii ELEROFIL-10), a unul sistem de comandă numerică, realizat în buclă deschisă. Perfecționările ulterioare aduse mașinii ELEROFIL-10, îndreptate în direcția creșterii preciziei de prelucrare, au inclus și închiderea buclei, în subsistemele de avans folosindu-se în acest scop traductori de poziție de mare precizie.

Subsistemul 3 — cel mai complex — îl constituie grupul de mecanisme (fig. 3) ce asigură derularea și rularea permanentă a electrodului filiform, întinderea cu forțe reglabile a acestuia și sistemul de ghidare a electrodului. Soluția sistemului de măsurare a întin-

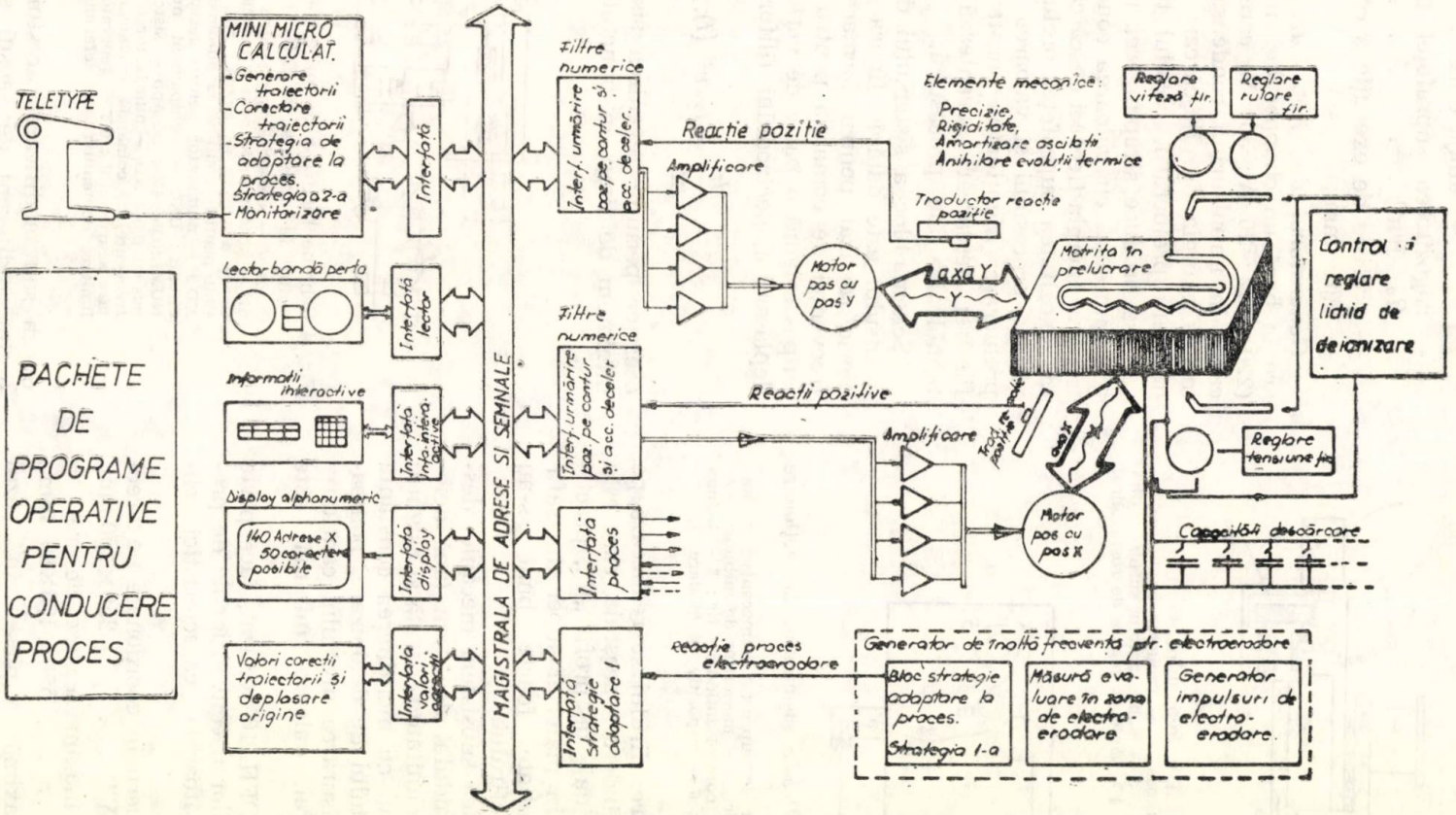


Fig. 1 Sistem de prelucrare prin electroeroziune cu fir — ELEROFIL-10.

derii este prezentată detaliat în brevetul R.S.R. nr. 70961.

Ghidarea electrodului filiform, în cazul sistemului ELEROFIL-10, este de tip „des-

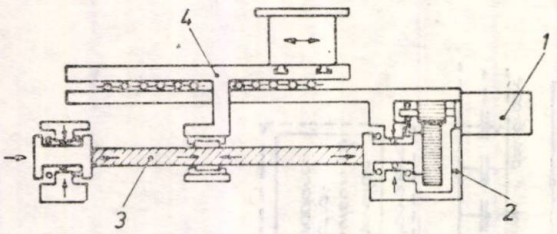


Fig. 2 Schema cinematică a avansului săniilor :
1 – motor pas cu pas ; 2 – reductor cu luarea jocului în angrenaj ; 3 – subansamblu șurub piuliță de mare precizie ; 4 – sanie pe lagăre de rostogolire.

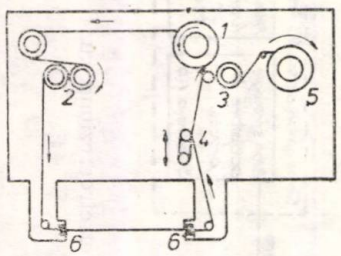


Fig. 3 Schema cinematică a sistemului de acționare și ghidare fir :
1 – bobină cu fir de cupru ; 2 – mecanism de antrenare (avans) fir ; 3 – mecanism de întindere fir ; 4 – dispozitiv de control întindere fir ; 5 – bobina de înfășurare fir ; 6 – dispozitiv de ghidare fir.

chis", în care bazarea firului se realizează pe seama forței de întindere a acestuia, care este direcționat prin ghidaje de profil „V", practicate în elemenți din material super dur-safir sau ceramică. Rezultate foarte bune s-au obținut în cazul safirului.

Cel de-al patrulea subsistem mecanic, destinat pregătirii lichidului de lucru (apă deionizată), constituie o unitate separată și asigură: prepararea lichidului cu menținerea constantă și automată a gradului de deionizare, pomparea, filtrarea și măsurarea nivelului cantitativ al lichidului, a cărei valoare minimă este semnalată optic.

Sistemul ELEROFIL-10 realizat, face parte din grupa instalațiilor neconvenționale de prelucrare având următoarele caracteristici tehnice principale :

— cursele de lucru în coordonate pe direcția „X" și „Y" . . . . 250×250 mm;
— dimensiunea maximă a piesei de prelucrat . . . . . 550×475×80 mm ;
— înălțimea maximă a piesei în cazul decupării conice . . . . . 60 mm ;
— Unghiul maxim în cazul tăierii conice . . . . . 40 min ;
— mărimea pasului de erodare 0,001 mm;
— diametrul firului electrod 0,05—0,3 mm;
— tensionarea firului electrod cu reglare continuă . . . . . 0,2—1,0 daN ;
— productivitatea [mm²/min]
— oțel . . . . . 30 ;
— aliaje dure 12;
— rugozitatea suprafeței prelucrate R_a [μm] . . . . . 5+1,25 ;
— precizia de execuție a conturului . . . 0,01 mm ;

Generatorul de impulsuri electroerozive are la bază un chopper de înaltă frecvență (220 KHz ; 20 A ; 300 V) care asigură încărcarea în impulsuri a condensatorilor ce formează energia de descărcare electroerozivă necesară prelucrării. Nivelul tensiunii de la care se produce străpungerea mediului dielectric împreună cu valoarea condensatorului determină energia fiecărei descărcări și prin aceasta rugozitatea suprafeței prelucrate, productivitatea procesului și valoarea interstițiului de prelucrare. Menținerea constantă a energiei fiecărei descărcări garantează performanțele tehnologice ale procesului.

Schema-bloc a sistemului de comandă a avansului este dată în figura 4. Sistemul numeric realizat pentru formarea automată a frecvenței de comandă pentru motoarele pas-cu-pas asigură o parte de variație a vitezei de deplasare a electrodului filiform de forma :

$$\frac{dv}{dt} = K\, v^2\ (t),$$

ceea ce permite revenirea sistemului într-un minimum de timp, în punctul de funcționare

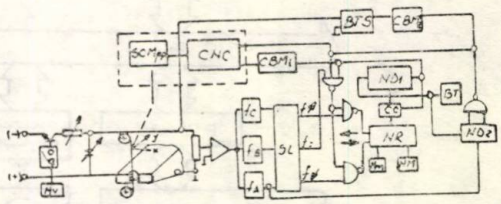


Fig. 4 Schema bloc a sistemului de comandă a avansului la mașina ELEROFIL-10.
A, B, C – comparatoare pentru nivel de descărcare ; SL – sistem logic pentru luarea deciziilor de modificare a vitezei de avans ; NR – numărător reversibil pentru modificarea automată a vitezei ; ND 2 – numărător pentru sesizare întrare în scurtcircuit ; CNC – echipament numeric de conturare NUMEROM 455 ; SCMpp – sistem comandă motoare pas cu pas ; ND_1 – numărător direct pentru formarea frecvenței de comandă a avansului ; BTS – bloc testare scurtcircuit ; GT – generator de tact ; NM, Nm-limitare domeniu fixare referință.

optim sau modificarea acestuia către un nou optim, indiferent de sensul și mărimea perturbațiilor care intervin pe parcursul unei prelucrări. Pentru exemplificare, sistemul asigură o prelucrare optimă a unei piese la care raportul dintre secțiunea minimă și maximă este 1 : 200, fără ca operatorul care

deservește ansamblul să intervină pe parcursul prelucrării.

Echipamentul de comandă numerică de tip CNC Numerom 450. Echipamentul NUMEROM CNC 450 constituie un subsistem al sistemului ELEROFIL-10, care, înglobînd o mare parte din „inteligența" sistemului, schimbă în permanență informații cu celelalte subsisteme. Echipamentul execută prelucrarea informației în timp real, în principal, în logică programată. Schema-bloc a echipamentului (fig. 1) este axată în jurul unei magistrale — pluribus.

Prin intermediul interferențelor BIR, BIB, BIC calculatorul central primește informații privind regimurile de funcționare a sistemului și datele geometrice ale conturului de prelucrat. Prin intermediul blocului BIA se primesc informații de la generatorul de impulsuri ROGIF.

În urma calculelor, interpolatorul (de traiectorii realizat Software în minicalculator) emite, spre sistemul de acționare — urmărire (blocul BITA), pentru fiecare punct de pe traiectorie, un increment cu semn și alocat unei axe și transmite o nouă valoare instantanee spre display. Displayul alfanumeric al echipamentului permite aplicarea a pînă la 128 tipuri de caractere la 140 adrese (șapte rînduri de cîte 20 caractere), cu înălțimea caracterului de circa 20 mm, ceea ce facilitează vizualizarea cotelor de la distanță. Displayul a fost dezvoltat pentru acest sistem.

Echipamentul rezolvă probleme de mare dificultate științifică și tehnică, dintre care se pot enumera :

1 — generarea numerică continuă a traiectoriilor complexe, în timp real, în vederea obținerii conturilor piesei de prelucrat. Generarea traiectoriilor se execută în timp real, cu precizia de calcul de 1 micron și cu o viteză rezultantă impusă în modul următor :

— în regim de prelucrare electroerozivă pe baza informațiilor primite de la generatorul de impulsuri ROGIF ;

— în regim de desenare cu viteză reglabilă impusă extern ;

2 — posibilitatea „lucrului în oglindă", ceea ce permite ca piesele cu simetrie, să fie prelucrate prin programarea unei singure părți a piesei ;

3 — multiplicarea — demultiplicarea contururilor programate cu valori continue de la 0 la 999 ori, ceea ce permite mărirea sau micșorarea conturului piesei programate pentru același program pe bandă perforată utilizat. În acest mod se obțin șabloane și prototipuri în mod facil și cu o viteză crescută ;

4 — participarea și reacția la cererea de către proces a intrării într-o strategie de adaptare. Adaptarea la proces cuprinde o strategie concretizată prin mai multe tipuri de răspuns ale sistemului numeric ;

5 — posibilitatea funcționării fie în buclă deschisă de poziție cu motoare pas-cu pas, fie în buclă închisă cu măsurarea numerică a deplasărilor ;

6 — corectarea electronică, automată, a erorilor mecanice și dinamice ale deplasării mecanice pe contur ;

7 — acționarea avansurilor, în vederea compunerii traiectoriilor complexe, a fost realizată prin dezvoltarea unui sistem de acționare — măsură care să garanteze efectuarea exactă a incrementului comandat de 1 micron cu viteze de la 0,001 Hz la 3 KHz.

În acest scop a fost cercetată și aplicată o soluție de comandă armonică a motoarelor pas cu pas, în buclă de reacție închisă.

Măsurarea poziției se execută cu traductoare lineare incrementale cu rezoluția de 1 micron și care închid bucla de reacție în sistemul de urmărire numerică a poziției. Sistemul de urmărire numerică a poziției execută și accelerarea — decelerarea numerică pe traiectorie la schimbarea vitezei de avans.

Acționarea motoarelor pas cu pas este de tip armonic, în sensul că odată cu schimbarea fazelor de comandă se efectuează și schimbarea în trepte a amplitudinii nivelelor de comandă, în vederea eliminării rezonanțelor și realizării unei poziționări optime în cadrul incrementului de un micron.

Tehnologia de prelucrare

Un rol deosebit, în cadrul acțiunii de introducere în circuitul productiv a sistemului ELEROFIL-10, l-a avut și tehnologia de prelucrare electroerozivă cu fir elaborată de către cercetătorii din I.C.T.C.M.

Această lucrare particularizează o serie de aspecte tehnologice, legate de prelucrarea electroerozivă cu electrod filiform.

În urma unor experimentări laborioase efectuate pe sistemul ELEROFIL-10, au fost evidențiate și definitivate o serie de rezultate tehnologice, din care enumerăm :

— condiții tehnologice ale prelucrării ;

— fiabilitatea, calitatea și randamentul prelucrării ;

— parametrii tehnologici reglabili și optimizarea lor.

Toate acestea au fost materializate în diagrame privind rezultatele tehnologice ale prelucrării diferitelor materiale (oțeluri, metale neferoase, carburi metalice etc.).

Utlizarea indicațiilor tehnologice și metodologice cuprinse în tehnologia elaborată asigură o exploatare eficientă a sistemului de prelucrare prin electroeroziune, cu electrod filiform — ELEROFIL-10, la nivelul perfor-

manţelor similare în acest domeniu pe plan mondial.

Cercetările tehnologice recent efectuate evidenţiază creşterea durabilităţii ştanţelor prelucrate prin **ED cu fir** — datorită modificărilor structurale survenite în stratul superficial pe o adîncime de ≈40 μm, evidenţiindu-se în acelaşi timp, unele elemente de noutate :

1 — constatarea că primul strat, cu o grosime de 4—5 μm, prezintă o duritate scăzută, care este supusă uzurii rapide (după primele piese ştanţate). În consecinţă jocul dintre poanson şi placa tăietoare trebuie dimensionat cu luarea în considerare a acestei constatări.

2 — productivitatea evidenţiată la această tehnologie este similară cu cea realizată pe **maşinile de rectificat,** în schimb suprafeţele prelucrate ED sînt **caracterizate printr-o ungere** mult mai bună, comparabilă cu a celor rectificate, ca urmare a modului de repartizare a „craterelor" formate în procesul de erodare.

Noua tehnologie pe baza utilajelor româneşti, a fost introdusă în multe întreprinderi din ramura construcţiei de maşini şi industriei electrotehnice şi electronice.

Pînă în prezent s-au livrat diferiţilor beneficiari interni un număr apreciabil de maşini ELEROFIL-10 şi sînt preocupări (atît în institutul nostru, la colaboratori, cît şi în întreprinderea furnizoare — Electrotimiş Timişoara) pentru perfecţionarea şi modernizarea sistemului menţionat, care se vor materializa în asimilarea unei noi generaţii de sisteme complexe de prelucrare electroerozivă de tip ELEROFIL menite să contribuie la ridicarea productivităţii muncii, la creşterea calităţii produselor, extinderea procedeului şi modernizarea industriei româneşti.

CZ : 621.9.018.3

Stand pentru testarea funcţionalităţii mecanismelor electromecanice de avans

Dr. ing. Gheorghe **OBACIU,** dr. ing. Mircea **IVAN** — Universitatea din Braşov

Generalităţi

Este cunoscut faptul că funcţionalitatea unui mecanism de avans pentru maşini de electroeroziune este determinată de alte criterii decît cele pentru maşini-unelte convenţionale. Definitorii pentru un asemenea mecanism sînt cîţiva parametri specifici, cum ar fi viteza de răspuns (caracterizată prin timpii de comutaţie mecanică), repetabilitatea execuţiei la comenzi identice şi mai ales în condiţii diferite de lucru, cu referire la poziţia mecanismului, a portelectrodului, a masei electrodului şi altele. Enumerarea chiar şi a numai acestor cîţiva parametri specifici, justifică specificitatea încercărilor la care trebuie supus un asemenea mecanism de avans şi deci construcţia mai complexă a standului experimental. Principalele caracteristici ale acestui stand sînt :

— reglarea poziţiei de lucru a mecanismului ;

— reglarea continuă a turaţiei motorului de antrenare ;

— posibilitatea alegerii ciclului de lucru, în regim manual sau automat, şi eventual de simulare deplină ;

— marcarea momentelor comenzii şi execuţiei ei ;

— măsurarea şi înregistrarea tuturor parametrilor constructivi şi funcţionali cu maximă precizie.

Figura 1 prezintă schematic standul realizat în catedra maşini-unelte a Universităţii din

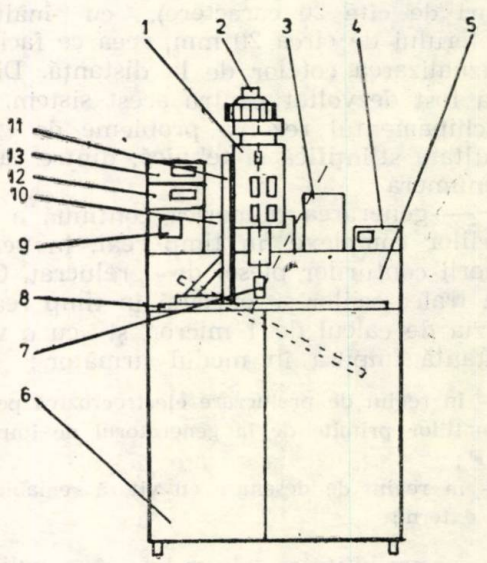


Fig. 1 Componenţa standului de încercare a mecanismelor de avans.

Braşov. Mecanismul de avans **1** este fixat, prin suportul **11,** pe masa 8, rabatabilă în trei poziţii (0°, 30°, 90°). Aparatura utilizată este parţial universală, parţial construită special acestui scop. Din prima categorie se amintesc :

— osciloscopul 9 utilizat pentru analiza vibraţiilor ;

— multimetrele **12, 13** pentru tensiunea şi intensitatea curentului de alimentare a motorului de c.c. ;

— înregistrator cu rază lichidă **3** prevăzut cu preamplificatorul punte și traductorul inductiv **7**.

Aparatura construită special cuprinde :

— sistemul de alimentare cu tensiuni reglabile în trepte (1 : 10) ;

— sistemul de marcare a începuturilor secvențelor ciclului ;

— sistemul de măsurare a turației cu traductorul fotoelectric **2** și numărătorul **10** ;

— sistemul de programare automată a secvențelor ciclului ;

— sistemul de simulare a prelucrării electroerozive **4** ;

— panou pentru comenzi manuale **5**, semnalizări, borne de legătură cu aparatura încorporată, instrumente de măsură etc.

Construcția și funcționarea blocurilor componente

Motorul de curent continuu (**Mcc**, fig. 2) este alimentat de la un transformator cu două înfășurări secundare (în raport de 1 : 10), pentru a putea realiza comutări rapide de avans rapid — avans tehnologic. Redresarea se realizează cu tiristoarele $\mathbf{Th_1}$, $\mathbf{Th_2}$ și $\mathbf{Th_3}$, care înlocuiesc totodată și un aparataj complicat de comutație. După cum se poate vedea, tiristorul $\mathbf{Th_1}$ asigură retragerea rapidă, iar $\mathbf{Th_2}$ și $\mathbf{Th_3}$ avansul rapid, respectiv cel tehnologic. Comanda lor poate fi făcută manual cu ajutorul butoanelor $\mathbf{b_1}$ și $\mathbf{b_2}$ (fig. 3), sau automat prin intermediul releelor programabile de timp $\mathbf{Rt_{1,2,3}}$.

Ciclul secvențial comandat manual poate fi:

$\mathbf{b_1}$ și $\mathbf{b_2}$ neacționate — retragere rapidă ;

$\mathbf{b_1}$ acționat — apropiere rapidă ;

$\mathbf{b_1}$ și $\mathbf{b_2}$ acționate — avans tehnologic.

În regim automat, cu ciclu programabil atît în ceea ce privește succesiunea, cît și durata secvențelor, $\mathbf{Rt_1}$ asigură avansul rapid, $\mathbf{Rt_2}$ — avansul tehnologic, iar $\mathbf{Rt_3}$ — retragerea rapidă. Schema-bloc a releelor electrice de timp este dată în figura 4. Monostabilele $\mathbf{M_1}$, $\mathbf{M_2}$, $\mathbf{M_3}$ se pot regla independent, iar prin ieșirile $\mathbf{e_1}$ acestea se comandă în inel, în succesiunea dorită ; la epuizarea unui ciclu acesta se întrerupe automat.

Întrucît, între momentul în care se acționează un buton, sau se dă o comandă automată prin relee și cel al aplicării tensiunii redresate pe **Mcc**, adică momentul realizării execuției comenzii, trece un timp relativ mare și variabil (funcție de numărul de contacte înseriate), pentru marcarea începutului unei secvențe s-a adoptat apariția tensiunii de comandă pe poarta tiristorului corespunzător.

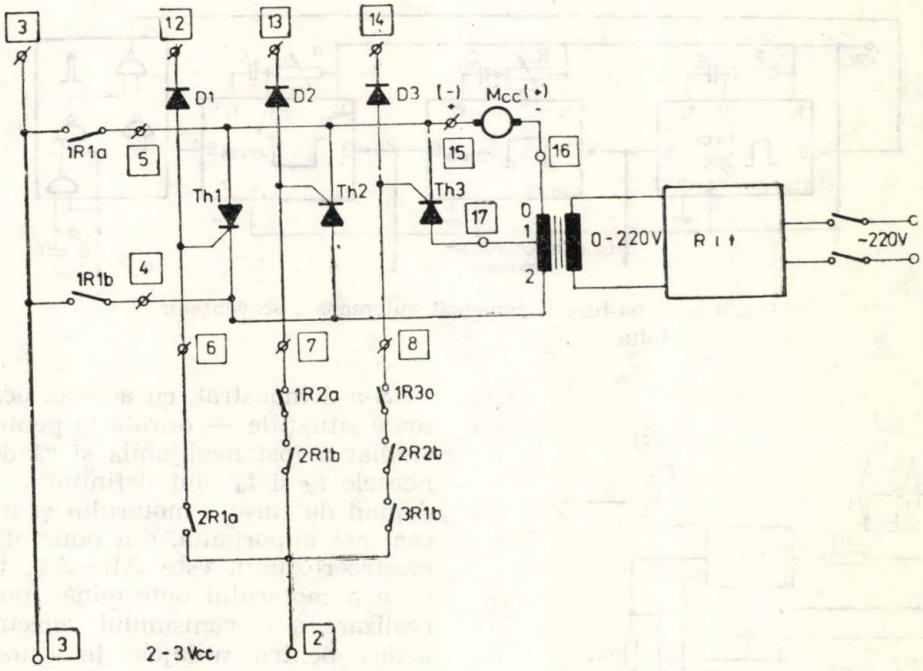


Fig. 2 Schema de reglare a vitezei și comutare a secvențelor ciclului.

După cum se vede în figura 5, a, impulsul de comandă, de durată t_c = durata secvenței respective, aplicat porților tiristoarelor, este preluat de diodele $\mathbf{D_1}$, $\mathbf{D_2}$, $\mathbf{D_3}$ (fig. 2) și transmis în primarul transformatoarelor $\mathbf{Tr_{1,2,3}}$.

În înfășurarea secundară se obțin derivatele impulsului de comandă (b, fig. 5), care se aplică monostabilelor $\mathbf{M_{1,2,3}}$ cu sarcină comună $R_b + R_{a2}$. Impulsurile din ieșirea monostabilelor (c, fig. 5) se înregistrează pe oscilograma spațiului parcurs și astfel există o origine a coordonatelor fără nici o influență subiectivă, per-

mițînd în acest mod măsurarea foarte precisă a timpilor de comutație mecanică. Folosindu-se acest mod de marcare, s-a putut stabili structura timpului de comutație mecanică proprie cazului de analiză, adică, cu sau fără schimba-

$$t_{cm} = t_f + t_j + t_a,$$ unde :

t_f = timpul de frînare ;

t_j = timpul scurs pentru preluarea jocurilor în angrenaje ;

t_a = timpul de accelerare.

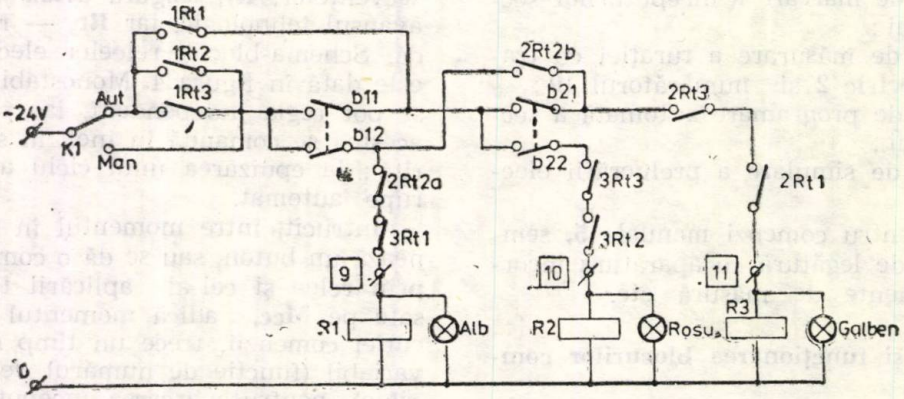


Fig. 3 Schema de comandă manuală și automată a secvențelor ciclului.

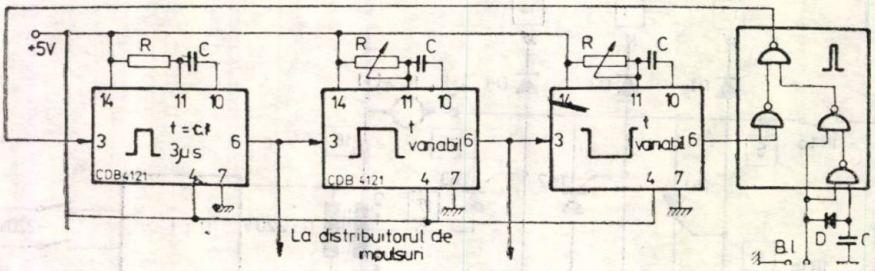


Fig. 4 Schema-bloc a comenzii automate a secvențelor ciclului.

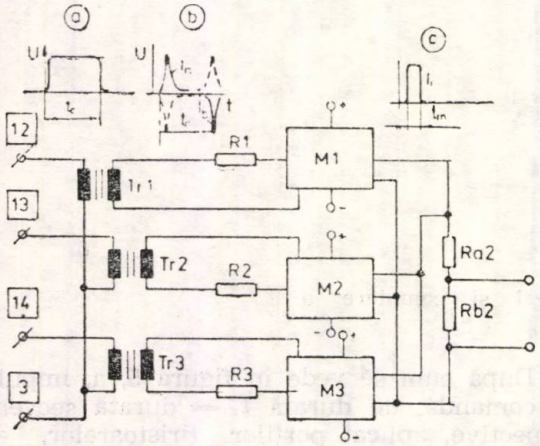


Fig. 5 Schema-bloc a circuitelor de marcare a momentelor de început al secvențelor ciclului.

rea sensului de deplasare. Astfel, în cazul comutării AR—AT, timpul de comutație este dat doar de timpul de frînare, iar în cazurile AR—RR, AT—RR sau RR—AR, această durată cuprinde trei componente :

S-a demonstrat, cu această ocazie, că — în toate situațiile — durata t_j pentru mecanismul studiat a fost neglijabilă și că de fapt componentele t_f și t_a sînt definitorii. Cum acestea depind de turația motorului și întrucît situația cea mai importantă, din punctul de vedere al electroeroziunii, este AR—AT, timpul de frînare a motorului determină posibilitatea de realizare a mecanismului electromecanic de avans pentru utilajele în cauză.

S-a constatat, din analiza oscilogramelor, că timpul de comutație (în cazul trecerii de la avansul rapid la cel tehnologic) variază între 0,2 și 1,3 s, pentru viteze cuprinse între 12,7/0,04 și 88,2/1,56 mm/min. Dacă se consideră că de fapt, în exploatare, viteza de apropiere este mai mare de 88,2 mm/min, iar avansul tehnologic mult mai mic de 1,56 mm/min, este ușor de dedus că timpul de comutație este total nepotrivit prelucrării prin electroeroziune și că el se datorează numai antrenării.

Încercările descrise pînă aici au fost realizate cu comandă manuală, sau automată a ciclului secvențial de lucru. Acest mod de comandă prezintă avantajul că poate fi mai ușor

urmărit și condițiile în care se fac determinările pot fi stabilite mai simplu și deci mai precis. Standul de încercări descris a fost însă prevăzut și ca stand de reglare a mecanismului de avans și mai ales a buclei de reacție, cu care aceste mecanisme vor fi utilizate în mașini de electroeroziune. În acest scop, a fost prevăzut cu un simulator de prelucrare, la ieșirea căruia să se obțină impulsuri asemănătoare celor dintre electrozi în lucru.

Condițiile extrem de diferite, în care se produce transportul de energie prin canalul de scînteie, fac ca impulsurile de tensiune și curent să apară extrem de diferite. Evident, realizarea unui simulator care să livreze impulsuri atît de diferite nu este posibilă și nici necesară. În acest scop, au fost definite doar trei tipuri de impulsuri, diferențiate doar prin amplitudine. Din oscilogramele obținute prin vizualizarea impulsurilor de tensiune și curent, din timpul unui proces efectiv de prelucrare, desprindem :

— impulsuri „în gol", corespunzătoare situației cînd la bornele celor doi electrozi găsim amplitudinea maximă a tensiunii ;

— impulsuri „active", de amplitudine U_i, cele urmate de eroziune ;

— impulsuri de scurtcircuit între electrozi, sau prin intermediul particulelor erodate (dielectric poluat), caracterizate prin amplitudine mică a tensiunii (sub 15—18 V) și amplitudini mari ale intensității. Acestea din urmă au o formă foarte „curată" dat fiind caracterul pur activ al sarcinii.

S-a considerat că este suficientă adoptarea doar a acestor trei feluri de impulsuri pentru conceperea schemei simulatorului, programarea succesiunii lor făcîndu-se după aceea, în funcție de necesitățile de studiu. De remarcat faptul că, în condiții reale de prelevare, canalul de scînteie nu este o sarcină activă, din care cauză palierul impulsurilor este modulat de oscilații de frecvență ridicată. Acest fenomen influențează într-o măsură mică sistemul de comandă și din acest motiv a fost neglijat. Un alt fenomen care însoțește formarea impulsurilor este vîrful de tensiune de la începutul impulsurilor de tensiune. În momentul aplicării lui pe electrozi, între aceștia, găsim amplitudinea maximă a impulsului ; în condițiile favorabile formării canalului de scînteie, tensiunea pe electrozi cade și se stabilește la o valoare determinată (20—30 V), valoare care rămîne neschimbată pe toată durata t_i Astfel, vîrful de tensiune (de fapt, impulsul de tensiune pe durata ionizării cînd curentul este nul și treptat crescător) nu mai poate fi neglijat și, pentru a păstra rigurozitatea simulării procesului, s-a ținut seama de aceasta la proiectarea schemei simulatorului. Schema-bloc a lui este redată în figura 6. Blocul $\mathbf{M}_1$ este un monostabil cu durată fixă a impulsurilor care

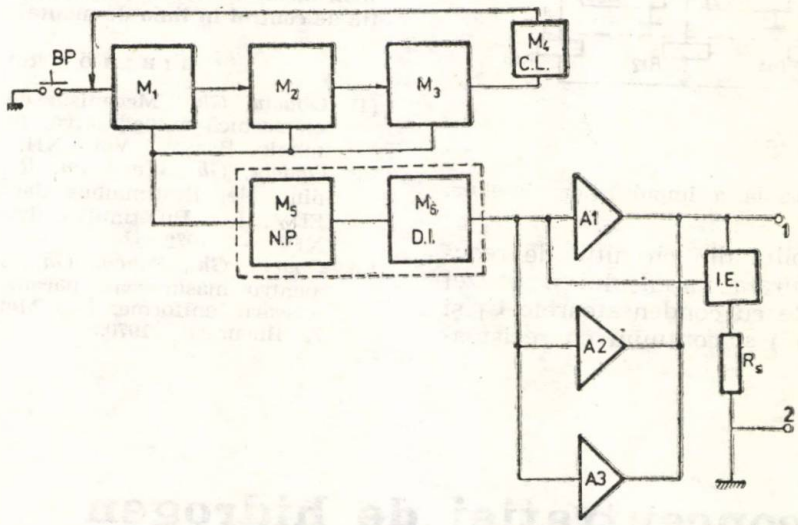
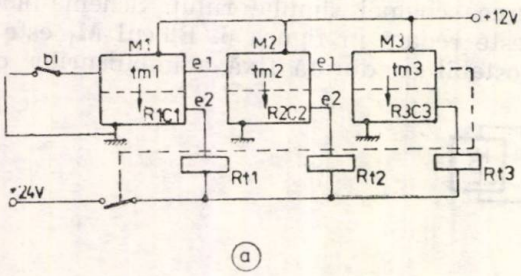


Fig. 6 Schema-bloc a simulatorului prelucrării.

livrează „vîrfuri" de tensiune la începutul fiecărui impuls, adică tocmai acele „vîrfuri" de tensiune care se constată în oscilografierea procesului concret de prelucrare. Durata acestui impuls este de fapt durata de ionizare a dielectricului din interstițiu și ea a fost apreciată la 3 μs. Impulsurile de ionizare comandă monostabilul 2, cu care se reglează timpul de impuls activ. Sfîrșitul lui constituie moment de basculare a lui $\mathbf{M}_3$, care determină durata pauzei. Reluarea ciclului (după o perioadă $\mathbf{T} = t_i + t_p$) este asigurată de circuitul de reacție în inel, drept generator de tact fiind utilizat un astabil cu comandă automată sau manuală (doar de inițiere). Impulsurile de la blocurile $\mathbf{M}_2$ și $\mathbf{M}_3$ sînt transmise lui $\mathbf{M}_5$, un divizor de frecvență cu ajutorul căruia pot fi programate diferite succesiuni de trenuri de impulsuri

sau pauze. Impulsurile astfel formate se aplică etajelor finale amplificatoare de putere, cîte unul pentru fiecare tip de impuls. Distribuția lor se face prin intermediul distribuitorului programabil de impulsuri **DI,** sau manual, cu ajutorul unor comutatoare nefigurate în schemă.

Utilizarea unui singur amplificator final, care să debiteze o sarcină echivalentă canalului de scîntei, deși ar fi fost mai conformă cu situația reală, ar fi condus la deformări ale impulsului în situație de gol și totodată la o serie de complicații inutile. Din aceste motive, a fost aleasă varianta cu trei amplificatoare, alimentate cu tensiuni corespunzătoare impulsurilor respective. Schema-bloc a comenzii simulatorului este redată în figura 7. Monostabilele $\mathbf{M_1}$, $\mathbf{M_2}$ și $\mathbf{M_3}$ sînt realizate pe C. I.



a

Fig. 7 Schema de comandă a impulsurilor simulate.

CDB 4121, iar astabilul din circuitul de reacție cu CDB 400. Durata impulsului și pauzei sînt reglate în trepte cu condensatoarele $\mathbf{C_1}$ și $\mathbf{C_2}$ (în patru domenii) și continuu cu rezistoarele variabile $\mathbf{R_1}$ și $\mathbf{R_2}$. Se obțin astfel impulsuri și pauze între 3 și 3000 μs.

Impulsurile formate și aplicate pe sarcina comună R_s au caracterul impulsurilor reale, deoarece după impulsul foarte scurt de 3 μs apare impulsul preselectat de durată t_i și acesta poate fi de „gol", activ sau de „scurtcircuit", în funcție de blocul $\mathbf{A_1}$—$\mathbf{A_3}$ care l-a furnizat.

Concluzii

Standul simulator descris permite reglarea instalației de comandă și acționare a mecanismelor de avans, în condiții ideale sau reale de lucru, fără a mai impune existența unei mașini de electroeroziune, ceea ce simplifică, pe de o parte, activitatea de cercetare la elaborarea unor noi sisteme de avans și permite de asemenea, o creștere considerabilă a productivității în montajul mașinilor de eroziune electrică. El permite, de asemenea, analiza blocurilor electrice pentru comanda mecanismelor de avans, blocuri care fac legătura între spațiul de lucru dintre electrozi și mecanismul propriu-zis.

Gama foarte largă de posibilități pe care le oferă fac ca standul prezentat să fie util tuturor mecanismelor electromecanice de avans, în egală măsură ca instrument de lucru pentru cercetare, sau ca instalație de control în linia de montaj.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Obaciu, Gh.:* Mecanism de avans cu comandă electronică autoadaptivă. În Buletinul Inst. Politehnic Brașov, Vol. XII, 1970.

[2] *Obaciu, Gh., Wertheim, R.:* Beitrag zum Studium der Bestimmung der Ipulszahl bei der EDM. In: Buletinul Universității Brașov, Vol. XIV — 1972.

[3] *Obaciu, Gh., Boncoi, Gh.:* Aparatură electronică pentru măsurarea parametrilor cinematici ai mișcării uniforme. În: Metrologia Aplicată, nr. 7, București, 1970.

CZ : 541.3

Calculul concentrației de hidrogen care se degajă la catod în timpul prelucrării electrochimice

Asist. dr. ing. Georgeta **CUCULEANU** – A.S.E. București

Degajarea gazelor la cei doi electrozi, în timpul procesului de prelucrare electrochimică, duce la instabilitatea procesului de prelucrare și la curgerea pulsatorie a electrolitului. Datorită apariției gazelor în timpul prelucrării, în spațiul de lucru se formează două zone : în regiunea catodică — zona amestecului de gaze în electrolit, iar în regiunea anodică — zona electrolitului curat. Cele două zone au înălțimi variabile, în funcție de lungimea x (fig. 1). Suprafața care le separă are, după cum se vede în aceeași figură, o formă exponențială, cu curbura foarte redusă [2]. Zona amestecului de gaze în electrolit are o formă de pană [2], [3]. La anod se formează oxigen, dar cantitatea care ia naștere este mică, în raport cu cea de hidrogen și se poate neglija.

Pentru stabilirea cantității de hidrogen care se degajă la catod, se pleacă de la reacțiile care au loc în spațiul de lucru. Indiferent de electrolitul folosit, bilanțul acestor ecuații este :

$$Fe + 2\ H_2O = Fe(OH)_2 + H_2 \qquad (1)$$

În [3], studiul cantității de hidrogen degajat se efectuează folosind această ecuație de bilanț chimic, care arată că la dizolvarea unei molecule de fier, se degajă o moleculă de hidro-

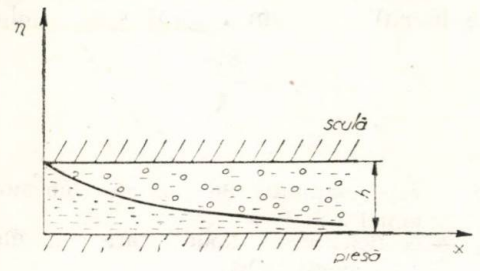


Fig. 1

gen. Pentru determinarea cantității de hidrogen degajat, se pleacă de la schema din figura 2. Volumul de material care se dizolvă pe elementul de lungime dx, în intervalul de timp dt, pentru o lățime a piesei, l, și o viteză de dizolvare v_d este :

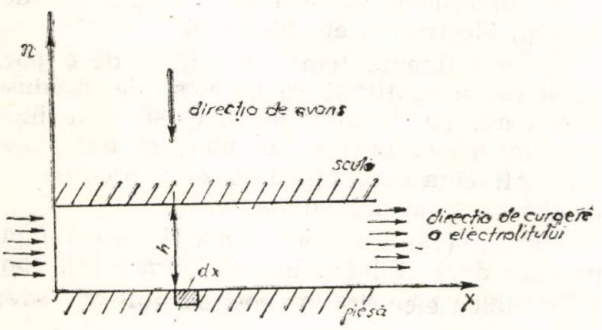


Fig. 2

$$dV = v_d \cdot l \cdot dx \cdot dt \qquad (2)$$

Masa de metal corespunzătoare acestui volum este :

$$dm_m = \rho_m v_d \cdot l \cdot dx \cdot dt \qquad (3)$$

Din ecuația bilanțului chimic, reiese că pentru degajarea a două grame de hidrogen se dizolvă 55,85 grame de fier, și știind că un mol de hidrogen, la presiune și temperatură — normale, ocupă un volum de 22,4 l, volumul ocupat de hidrogen este :

$$dV_{H2} = 400\, \rho_m V_d \cdot l dx \cdot dt \qquad (4)$$

Concentrația hidrogenului în electolitul care trece prin intervalul de lucru, se exprimă ca raport dintre volumul de hidrogen degajat în unitatea de timp, dat de relația (4), și masa de electrolit care trece, în unitatea de timp, prin intervalul de lucru. Deci :

$$dC_{H2} = \frac{dV_{H2}}{dm} = 400 \cdot \frac{\rho_m}{\rho_E} \cdot \frac{v_d}{v_E} \cdot \frac{dx}{h} \qquad (5)$$

Din integrarea ecuației (5), între O și L (dimensiunea suprafeței de prelucrat paralelă cu direcția de curgere a electrolitului), se obține concentrația totală de hidrogen care se degajă în procesul prelucrării.

În [3], cînd s-a stabilit relația pentru calculul concentrației de hidrogen care apare în spațiul de lucru, datorită reacțiilor eletrochimice care au loc aici, nu s-a ținut seama că presiunea și temperatura din acest spațiu sînt diferite de cele normale. Luînd în considerare acest fapt, și folosind legile gazelor rezultă :

$$dV_{H2} = 400 \rho_m v_d \cdot l \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{p_1}{p_2} dx \cdot dt \qquad (6)$$

unde :

T_2 — temperatura din spațiul de lucru, [°C] ;
T_1 — temperatura nominală, [°C] ;
p_2 — presiunea din spațiu de lucru, [daN/cm²] ;
p_1 — presiunea normală, [daN/cm²].

Înlocuind relația (6) în relația (5) și integrînd ecuația obținută, [4], se ajunge la :

$$C_{H_2} = 400 \cdot \frac{\rho_m}{\rho_E} \cdot \frac{v_d}{v_E} \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{L}{h} \qquad (7)$$

sau dacă $T_2 = T_1 + \Delta T$, unde ΔT este variația de temperatură din spațiul de lucru, (7)

$$C_{H_2} = 400 \frac{\rho_m}{\rho_E} \cdot \frac{v_d}{v_E} \left(1 + \frac{\Delta T}{T_1}\right) \cdot \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{L}{h} \qquad (8)$$

Această relație arată că pe măsură ce temperatura din spațiul de lucru crește, concentrația hidrogenului din electrolit se mărește, deoarece dizolvarea anodică se intensifică. Dar, prin mărirea presiunii electrolitului din spațiul de lucru, p_2 concentrația hidrogenului scade, întrucît solubilitatea lui în electrolit crește, iar volumul ocupat de bulele de gaz se micșorează. Aceste concluzii nu reieșeau din relația (5) și de aceea a fost necesară îmbunătățirea ei.

În [5], aceeași problemă se rezolvă în modul expus mai jos. În spațiul de lucru, hidrogenul gazos se dispune în zona catodică, așa cum se vede în figura 1. Dacă lățimea suprafeței prelucrate este l, spațiul de lucru h, masa de hidrogen care se degajă pe elementul de lungime Δx este :

$$(v_0, F, \varphi, f, \rho_{ga.}) = \text{il}.\Delta x \cdot C_H \qquad (9)$$

unde :

v_0 — viteza electrolitului la intrarea în intervalul de lucru [m/s] ;
F — suprafața spațiului de lucru normală pe direcția de curgere a electrolitului, care este egală cu $l \cdot h$;
φ — conținutul de gaze din spațiul de lucru ;
f — coeficientul de lunecare specifică a fazelor ;
ρ_{gaz} — densitatea gazului, [daN/cm²] ;
C_H — echivalentul electrochimic al degajării hidrogenului.

Din ecuația stării gazoase, se determină ϱ_{gaz}, adică :

$$\varrho_{gaz} = \frac{P_0}{R \cdot T_0} \tag{10}$$

unde :

P_0 — presiunea electrolitului la intrarea în intervalul de lucru, [daN/cm^2] ;
R — constanta gazelor, [J/mol. °C] ;
T_0 — temperatura electrolitului la intrarea în intervalul de lucru, [°C] ;

Ecuația (9) se scrie sub formă diferențială și ținînd seama de relația (10) se obține :

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{i C_H R T_0}{v_0 h \cdot P_0 f}, \tag{11}$$

unde i este densitatea de curent.

După cum se știe densitatea de curent se calculează cu relația :

$$i = \frac{(U - \Delta U)\varkappa}{h} \tag{12}$$

Electroconductivitatea electrolitului este influențată de calitatea de hidrogen, în sensul că odată cu creșterea ei, electroconductivitatea scade după cum arată și relația :

$$\varkappa = \varkappa_0(1 - \beta\varphi) \tag{13}$$

unde :

$\varkappa_0$ — este conductivitatea electrică a electroliților la intrarea în intervalul de lucru
β — coeficientul care ia în considerare modificarea conductivității datorită degajării hidrogenului.

Introducînd relațiile (12) și (13) în (11) se obține ecuația :

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{C_H R T_0 (U - \Delta U)\varkappa_0}{v_0 h P_0 f}(1 - \beta\varphi) \tag{14}$$

a cărei rezolvare are loc în condiția la limită : $x = 0$, $\varphi = 0$.
Soluția ei este :

$$\varphi = \frac{1}{\beta}(1 - e^{-Ax}) \tag{15}$$

unde :

$$A = \frac{C_H R T_0' (U - \Delta U)\varkappa_0}{v_0 h P_0 f} \tag{16}$$

Relația arată variația cantității de hidrogen în funcție de lungimea, x, a suprafeței de prelucrat este exponențială. Cantitatea de hidrogen ajunge suficient de mare și ar putea ca la un moment dat să întrerupă trecerea curentului prin electrolit, datorită creșterii rezistenței electrice a mediului din intervalul de lucru. De aceea, este necesară eliminarea lui din acest interval, lucru realizat prin circulația electrolitului.

Înălțimea zonei amestecului de electrolit și gaz la distanța x față de origine (care este punctul de intrare a electrolitului în intervalul de lucru), conform lui [5], este egală cu :

$$h_x = \frac{h \cdot \varphi_x}{K_p}, \tag{17}$$

unde :

φ_x — este conținutul de gaz corespunzător distanței x ;
K_p — coeficientul de împachetare a gazului în zona amestecului.

Coeficientul de împachetare se poate determina ca raport al volumului ocupat de hidrogenul degajat, pentru condiții normale, și volumul ocupat de el în condițiile reale ale prelucrării.

La stabilirea relației de calcul al cantității de gaze din electrolit, în [5] nu s-a avut în vedere influența temperaturii și a concentrațiilor cantității produselor secundare asupra conductivității electrice a electrolitului.

Între influența temperaturii, pe de o parte, și cea a cantității de gaze și de produse secundare, pe de altă parte, există o acțiune de compensare pînă la un moment dat, după care influența cantității de gaze și produse secundare devine predominantă.

Relația (15) nu ține seama de acest fapt, pe care dacă îl luăm în considerare [4], conductivitatea electrică a electrolitului va avea expresia :

$$\varkappa = \varkappa_0(1 + \alpha\Delta T - \beta\varphi - \beta_1 C) \tag{18}$$

unde :

β_1 este coeficientul de variație a conductivității electrolitului în funcție de cantitatea de produse secundare hidrogen ;
C — concentrația produselor secundare.

Avînd în vedere relația (18), relația (11) devine :

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{C_H R T_0 (U - \Delta U)\varkappa_0}{v_0 h_0^2 p_0 f}(1 + \alpha\Delta T - \beta\varphi - \beta_1 C) \tag{19}$$

sau :

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{C_H R T_0 (U - \Delta U)\varkappa_0}{v_0 h_0^2 p_0 f}\beta\varphi = \tag{20}$$

$$= \frac{C_H R T_0 (U - \Delta U\varkappa_0}{v_0 h_0^2 p_0 f}(1 + \alpha\Delta T - \beta_1 C)$$

Rezolvarea ecuației (20) are loc în condiția la limită :

$x = 0$; $\varphi = 0$ și soluția ei este :

$$\varphi = \frac{1 + \alpha\Delta T - \beta_1 C}{\beta} \cdot \left[1 - e^{\frac{C_H R T_0 (U - \Delta U) \varkappa_0 \beta L}{v_0 h_0^2 p_0 f}}\right] \quad (21)$$

Relația (21) arată că volumul de hidrogen care se degajă în spațiul de lucru crește odată cu creșterea temperaturii și scade cu creșterea conținutului de produse secundare și de gaze.

Cele două metode de calcul al cantității de hidrogen conduc la rezultate asemănătoare. Astfel, dacă în relația (3) se va înlocui viteza de dizolvare cu expresia ei, presiunea p_2 cu presiunea electrolitului la intrarea în intervalul de lucru, temperatura $T_2 \approx T_1$, viteza electrolitului cu viteza lui la intrarea în intervalul de lucru și conductivitatea electrică a electrolitului cu (18), se obține ecuația diferențială :

$$\frac{dC}{dx} = 400 \frac{K(U - \Delta U)\varkappa_0(1 + \alpha\Delta T - \beta_1 C)}{\rho_E v_0 h_0^2 p_0} - 400 \frac{K(U - \Delta U)\varkappa\beta}{\rho_E v_0 h_0^2 p_0} \cdot C \quad (22)$$

a cărei soluție este :

$$C = \frac{1 + \alpha\Delta T - \beta_1 C}{\beta} 1 - e^{\frac{-400K(U - \Delta U)\varkappa_0\beta L}{\rho_E v_0 h_0^2 p_0}} \quad (23)$$

Aceasta este tot o exponențială ca și relația (21).

Concluzii

Conținutul de gaze din spațiul de lucru nu poate crește oricît. Depășirea unei cantități limită conduce la nerespectarea curgerii staționare a electrolitului prin spațiul de lucru, deoarece, la un moment dat, înălțimea zonei amestecului de electrolit și gaze ar putea deveni egală cu mărimea intervalului de lucru. Această situție determină întreruperea procesului de dizolvare anodică, pe o anumită perioadă de timp, fapt care generează un proces de lucru pulsatoriu.

Datorită transportului hidrogenului în spațiul de lucru, la anod poate să rezulte o descreștere a eficacității curentului asupra dizolvării metalului, din cauza oxidării anodice a hidrogenului în ioni de hidrogen. Prin fotografierea spațiului de lucru în condiții de prelucare [6], s-a găsit că hidrogenul normal ocupă o fracție mică din volumul electrolitului.

Totuși, deși ratele limită de transport al hidrogenului sînt apreciabile, bulele de gaze coalescează, formînd pături de gaz ce acoperă suprafețe substanțiale ale electrodului și rezultă fluctuații electrice și scînteieri. Pentru detectarea scînteilor, mașinile sînt prevăzute cu detectoare de scîntei [7].

Conductivitatea electrică a electrolitului este influențată și de celelalte produse secundare care apar la anod. Cu toate acestea, la tensiuni înalte, procesul de dizolvare poate fi forțat să se producă cu rate de zece ori mai mari, sau chiar mai mult decît ratele limită pentru transportul produselor dizolvate. În aceste condiții, 90% (și chiar mai mult) din produsele reacțiilor se depărtează sub formă de particule solide [5].

O parte din gazele care se formează în procesul de prelucrare (în special hidrogen) se dizolvă în electrolit, iar restul se degajă sub formă de bule. De aceea, conținutul de gaze care rezultă din relația (14) trebuie să se compare cu solubilitatea gazului în electroliți, în speță a hidrogenului. Pentru comparație, se folosește coeficientul de solubilitate Δ, calculat conform legii lui Henry [3]

$$\Delta = \frac{L}{p}, \quad (24)$$

, unde :

L — este solubilitatea gazului ;

p — presiunea de vapori a gazului în lichidul electrolitic.

Deoarece, la ștuțul de intrare, presiunea hidrostatică, este de ordinul zecilor de atmosfere, iar suma presiunilor de vapori ai gazelor dizolvate este în jur de o atmosferă și se poate neglija, presiunea de vapori pentru formula (24) se ia egală cu presiunea hidrostatică a electrolitului.

Coeficientul de solubilitate este comparat cu conținutul de gaze φ care iau naștere în spațiile de lucru. Astfel :

dacă $\varphi > \Delta$ — în spațiul de lucru se găsesc bule de gaz ;

dacă $\varphi < \Delta$ — gazul este dizolvat în electrolit și nu există bule.

Cantitatea de hidrogen din spațiul de lucru poate să fie mai mică decît cea așteptată, dacă există în electrolit un constituient reducător, cum ar fi ionul nitrat, care reacționează la catod. Existența acestuia nu este determinantă asupra degajării de hidrogen și, de aceea, îndepărtarea produselor reacțiilor trebuie să se facă cu viteză ridicată.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Oniciu, L.* : Electrochimie, Ed. didactică și pedagogică, București, 1975.

[2] *Hopenfeld, J., Cole, R.R.* : Electrochemical Machining-Production and correlation of process variables. Engineering Conference. Detroit Mich. April, 18—22, 1966. Anocut tehnical report, file nr. 1008.

[3] *Dietz, H., Crinther, K. G., Otto, K.* : Electrochemical machining calculation of side gaz with respect to hydrogen evolution C.T.R.P. — General assembley Tokyo — 1974.

[4] *Cuculeanu, Georgeta* : Contribuții la studiul prelucrării electrochimice a materialelor metalice. Teză de doctorat, București, 1980.

[5] *Troițkii, V.N.* : Dva regima protessa electrochimicescoi razmernoi obrabotchi. Electronnaia abrabotca materialov, nr. 3, 1971, pag. 24—30.

[6] *Muller, R* : Transport aspects of electrochemical machining and electrometalurgy. Laboratory, University of California, Berkelley, may, 1976.

[7] *x x x* : Anocut Microbar, Anocut equipment, Electrochemical machining, File ma. 1500.

CZ : 543.13

Debavurarea electrochimică a roților dințate cilindrice. Tehnologie și utilaj

Conf. dr. ing. Mircea **IVAN**, conf. dr. ing. Gheorghe **OBACIU** – Universitatea din Brașov

Stadiul actual al debavurării roților dințate cilindrice

Realizarea unor transmisii cu roți dințate de precizie ridicată presupune asigurarea unor parametri tehnico-funcționali deosebiți, atît pentru fiecare element component, cît și pentru întregul subansamblu.

În fabricația roților dințate, prelucrările de debavurare și rotunjire a muchiilor au o pondere relativ mare, o debavurare necorespunzătoare putînd conduce la o montare și, ca urmare, la o angrenare incorectă a roților dințate.

Transmisiile cu roți dințate sînt supuse unor solicitări statice și dinamice mari, iar bavurile rămase după debavurări necorespunzătoare se desprind și fiind antrenate de uleiul de ungere produc o uzură prematură a danturilor și lagărelor.

Pe de altă parte, conturul de formă complexă al muchiilor ce urmează a fi debavurate, format din arce de evolventă, arce de cerc și linii drepte, precum și numărul diferit de dinți de la o roată dințată la alta necesită o gamă variată de procedee și dispozitiv de debavurat.

Dintre metodele de debavurare a roților dințate, cunoscute și aplicate pe plan mondial, în întreprinderile constructoare de mașini din țara noastră se aplică, cu precădere, debavurările prin așchiere mecanică sau manuală, făcînd excepție anumite întreprinderi la care s-a introdus debavurarea electrochimică, ca urmare a activităților de cercetare, proiectare și microproducție desfășurate de I.C.T.C.M. București.

Din punct de vedere tehnic, debavurarea prin așchiere prezintă o serie de neajunsuri. Astfel, la îndepărtarea bavurilor inițiale prin așchiere, se formează bavuri noi sau bavurile sînt numai îndoite sub acțiunea presiunii sculei. Avînd în vedere și conturul complex al muchiilor, nu se pot realiza dispozitive care să urmărească, prin generare, muchia și — ca urmare — adîncimea teșirii este neuniformă.

În cazul debavurării manuale, calitatea debavurării este influențată de un număr foarte mare de factori, ca de exemplu : uzura sculelor și a dispozitivelor, iluminatul locului de muncă și condițiile generale de lucru, starea de oboseală fizică a muncitorului, starea lui psihico-nervoasă etc. Acești factori fiind greu de controlat, calitatea debavurării diferă mult de la un procedeu la altul, de la o roată dințată la alta și adeseori chiar de la o muchie la alta ale aceleiași piese.

Sub aspect economic, metodele actuale de debavurare prezintă mai multe dezavantaje. Timpul de prelucrare depinde direct de lungimea și numărul de muchii de la o roată dințată. Prelucrarea făcîndu-se piesă cu piesă, iar timpul de prelucrare fiind relativ mare, sînt necesare mai multe posturi de lucru, uneori pentru același reper. Consumul de scule este destul de mare, la unele roți dințate utilizîndu-se discuri abrazive din cauciuc, achiziționate din import. Condițiile de muncă sînt grele, la debavurare degajîndu-se o mare cantitate de praf, așchii și particule metalice incandescente.

Avînd în vedere aspectele menționate mai sus și ținînd cont de un caz concret (cel al fabricației roților dințate cilindrice cu dinți drepți și înclinați din construcția transmisiei autocamioanelor), s-a ajuns la concluzia că dintre procedeele neconvenționale de debavurare (electrochimică, termică, prin ultrasunete etc.), debavurarea electrochimică poate asigura o eficiență economică ridicată și creșterea calității acestor trasmisii.

Debavurarea termică, deși asigură o productivtiate superioară celei electrochimice, nu asigură condițiile tehnice cerute de produs referitoare la realizarea unor rotunjiri ale muchiilor dinților de 1 . . . 1,5 mm.

Tehnologia de debavurare electrochimică a roților dințate cilindrice

Determinarea caracteristicilor electrochimice de bază ale materialului roților dințate. Roțile dințate cilindrice cu dantură dreaptă și înclinată, din construcția transmisiei autocamioanelor, sînt executate din oțelul 17 Cr Ni Mo 6.

Pentru determinarea caracteristicilor electrochimice ale acestui material, s-a utilizat o instalație complexă de prelucrat prin eroziune electrochimică și un dispozitiv de cercetare a cărui schemă se prezintă în figura 1.

Dispozitivul se compune din carcasa **1**, bucșile **2** și **3** executate din material izolator și bucșa cu guler **4**, în care este introdus șurubul cu pas fin **5**. Cu ajutorul șurubului **5**, a pîrghiei **6** și a comparatorului **Cp**, cu precizia de 1 μm, se măsoară după prelucrare interstițiul frontal de lucru S_{90}.

Materialul de cercetat 7, sub forma unei epruvete rectificate la diametrul de 20 mm, se fixează de placa mecanismului de avans al instalației și se leagă la polul pozitiv al sursei de curent continuu. Bucșa cu guler 4 se leagă la polul negativ al aceleiași surse de curent continuu. În bucșa 2 s-a executat un canal de alimentare cu electrolit având lățimea de 20 mm și adîncimea în zona centrală de 1 mm.

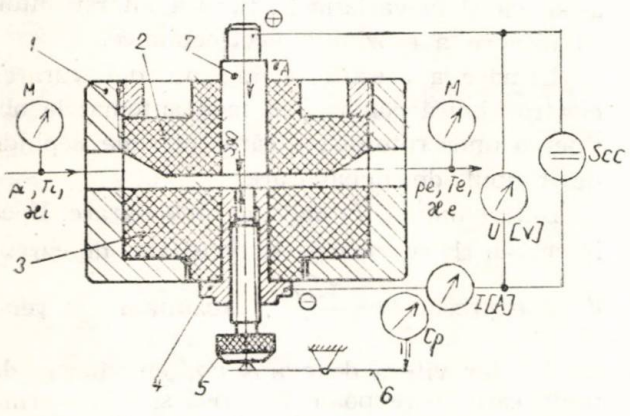


Fig. 1 Schema dispozitivului de cercetare.

Determinările se execută în condițiile în care presiunea p_i și temperatura T_i a electrolitului, la intrarea în dispozitiv, precum și presiunea p_e la ieșirea din dispozitiv rămîn constante în tot timpul determinărilor. De asemenea temperatura T_e variază foarte puțin față de temperatura T_i [1, 2].

Pentru determinarea primei caracteristici de bază, volumul efectiv V_{ef} de material dizolvat, s-a trasat experimental dependența dintre viteza de prelucrare (la echilibru este egală cu viteza de avans v_A a electrodului sculă) și densitatea de curent (fig. 2).

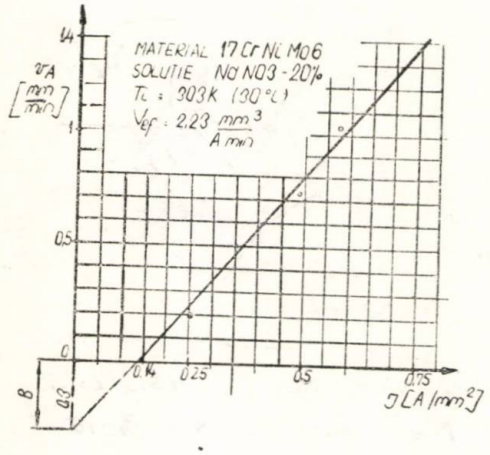


Fig. 2 Dependența dintre viteza de avans și densitatea de curent.

Au fost efectuate prelucrări cu diferite viteze de avans în intervalul 0,3 ... 1,5 mm/min, utilizîndu-se următorii parametri de lucru : tensiunea $U = 17{,}5$ V ; $T_i = 303^0$K (30^0C) ; $p_i = 12$ daN/cm² ; $p_e = 3$ daN/cm² ; soluția de electrolit 20% $NaNo_3$.

La fiecare viteză de avans, s-a măsurat curentul anodic și ținînd cont de suprafața frontală a epruvetei s-a calculat densitatea de curent. Dependența dintre viteza de avans v_A și densitatea de curent J se prezintă sub forma unei drepte a cărei ecuație este :

$$v_A = V_{ef} J - B \qquad (1)$$

Cu ajutorul diagramei se obține $V_{ef} = 2{,}23$ mm³/A. min și $B = 0{,}3$ mm/min.

Următoarele două carcaterstici de bază sînt **tensiune de polarizare U_{pol} și căderea de tensiune U_p datorată pasivizării.** Cunoscînd aceste caracteristici și tensiunea de lucru U se obține căderea de tensiune U_E în soluție de electrolit :

$$U_E = U - (U_{pol} + U_p) \qquad (2)$$

$\Delta U = U_{pol} + U_p$ se determină experimental prin măsurarea mărimii interstițiului frontal S_{90}, la diferite valori ale tensiunii U și pentru două viteze de avans v_A (0,5 și 1 mm/min), rezultatele fiind prezentate în figura 3. Din diagramă rezultă că $\Delta U = 3{,}5$ V.

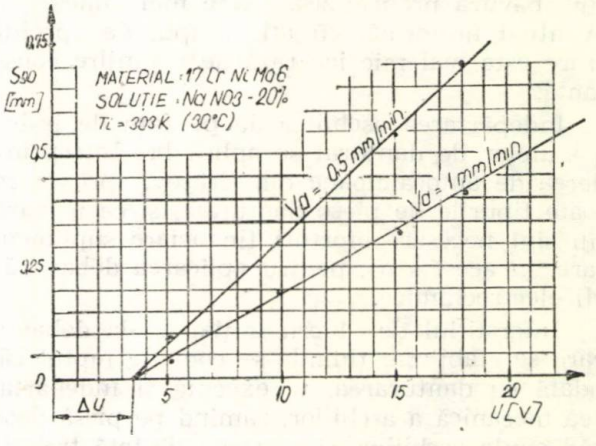


Fig. 3 Dependența dintre interstițiul de lucru și tensiunea aplicată electrozilor.

Dependența dintre mărimea interstițiului frontal S_{90} și densitatea de curent, în cazul prelucrării oțelului 17 Cr Ni Mo 6 cu o soluție de electrolit 20% $NaNO_3$, cu $U = 17{,}5$ V, $T_i = 303^0$K, s-a determinat experimental, rezultatele fiind arătate în figura 4.

Această dependență se poate exprima și cu relația :

$$S_{90} = (U - \Delta U)\frac{\varkappa}{J} = \frac{U_E \varkappa}{J}, \qquad (3)$$

unde $\varkappa$ reprezintă conductibilitatea specifică a soluției de electrolit.

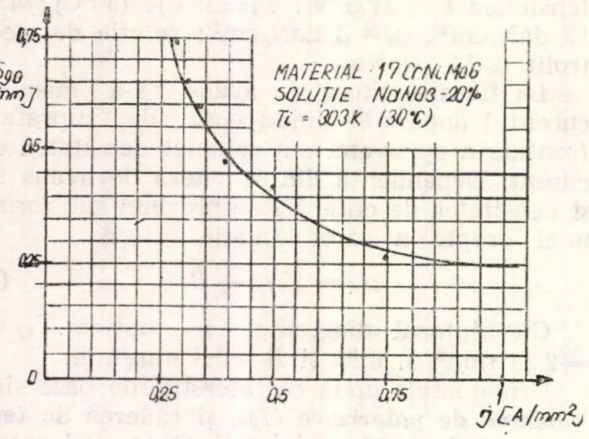


Fig. 4 Dependența dintre interstițiul de lucru și densitatea de curent.

Stabilirea interstițiului de lucru inițial și final. Pentru reducerea timpului de prelucrare prin dizolvarea electrochimică a bavurilor și pentru realizarea rotunjirii muchiilor dinților, este necesară îndepărtarea aşchiilor ce rămîn legate de muchiile dinspre partea de ieșire a sculelor de danturat. Îndepărtarea aşchiilor este necesară și pentru a evita apariția de scurtcircuite între roata dințată și electrodul sculă. Cu cît rădăcina aşchiei, care constituie bavura propriu-zisă, este mai mică, și eventual uniformă, cu atît timpul de prelucrare este mai mic iar raza de rotunjire constantă.

Îndepărtarea aşchiilor de pe fața de ieșire a sculelor de danturat se aplică la Intreprinderea de autocamioane din Brașov, aproape la toate tipurile de piese danturate, și ca urmare nu sînt necesare eforturi financiare suplimentare, în acest sens, pentru aplicarea debavurării electrochimice.

Interstițiul de lucru inițial S la debavurare se stabilește ținîndu-se cont de faptul că, odată cu danturarea, se execută și îndepărtarea mecanică a aşchiilor, rămînd pe piesă doar rădăcinile aşchiilor, și că roata dințată trebuie introdusă și scoasă ușor din dispozitivul de debavurare. Astfel (fig. 5), prin amplasarea electrodului-sculă la o distanță de 0,3 mm față de suprafața frontală a roții și prin mărirea dimensiunii de lucru a acestuia, în direcție radială, cu 0,3 mm față de dintele roții se obține interstițiul inițial $S_i = 0{,}42$ mm. Pentru obținerea unei raze de racordare $R = 1$ mm, interstițiul final trebuie să ajungă la valoarea $S_f = 0{,}8$ mm, iar pentru o rază de racordare de $R = 1{,}5$, $S_f = 1$ mm.

Modelarea fenomenului de debavurare electrochimică se prezintă în figura 6.

La interstiții mici între cei doi electrozi, în condițiile unei conductibilități constante, se obțin — corespunzător — rezistențe ohmice mici, lungimea rămînînd singurul factor care le mai determină. Așa se explică de ce intensitatea curentului este maximă pe direcția a—a și scade pe măsură ce distanța respectivă crește. Această afirmație este valabilă atît în momentul inițial, dacă ne referim la distanțele corespunzătoare unor suprafețe de conducere a curentului, din ce în ce mai depărtate de a—a, cît și la variația în timp a interstițiului, ca urmare a eroziunii electrochimice.

Urmare a acestui fenomen, debavurarea electrochimică conduce în mod automat la obținerea unor rotunjiri a căror mărime depinde de timpul de debavurare.

Determinarea timpului de debavurare. Dacă în relația (1) se înlocuiește densitatea de curent J cu expresia $J = \dfrac{U_E \varkappa}{S}$, rezultată din relația (3), iar viteza de avans v_A, cu viteza de prelucrare care poate fi scrisă și sub forma ds/dt se obține ecuația diferențială :

$$\frac{ds}{dt} = \frac{V_{ef} U \cdot U_E \cdot \varkappa}{S} - B \qquad (4)$$

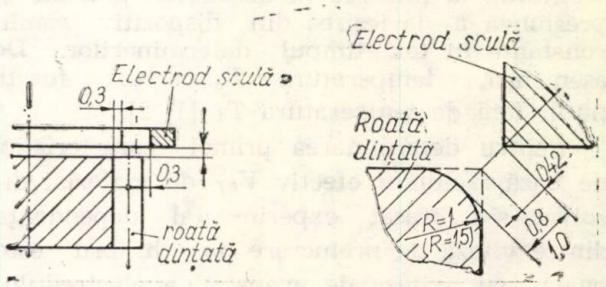
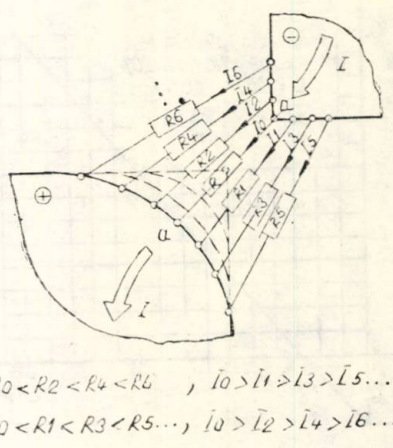


Fig. 5 Amplasarea electrodului sculă la debavurarea roților dințate cilindrice.



$R0 < R2 < R4 < R6$, $I0 > I1 > I3 > I5 \ldots$

$R0 < R1 < R3 < R5 \ldots$, $I0 > I2 > I4 > I6 \ldots$

Fig. 6 Modelarea fenomenului de debavurare electrochimică.

Notînd produsul $V_{ef} \cdot U_E \cdot \varkappa = A$ și separînd variabilele, ecuația devine :

$$dt = \frac{sds}{A - Bs} \tag{5}$$

Pentru rezolvarea ecuației se aplică substituția $z = A - Bs$ valabilă numai pentru $B \neq 0$.

Rezultă $s = \frac{A - z}{B}$ și $ds = -\frac{1}{B} dz$, iar ecuația (5) devine :

$$dt = -\frac{1}{B^2}\left(\frac{A}{z} dz - dz\right) \tag{6}$$

Prin integrare se obține :

$$t = -\frac{1}{B^2}(A \ln z - z) + C \tag{7}$$

Constanta de integrare se determină din condiția inițială : la $t = 0$; $z = z_i = A - Bs_i$

$$C = \frac{1}{B^2}(A \ln z_i - z_i) \tag{8}$$

Cu ajutorul acestei constante relația (7) devine :

$$t = \frac{1}{B^2}\left[A \ln \frac{z_i}{z} - (z_i - z)\right] \tag{9}$$

Dacă se ține cont de substituția aplicată și de expresia lui A se obține relația :

$$t = \frac{1}{B^2}\left[V_{ef} \cdot U_E \cdot \varkappa \ln \frac{V_{ef} \cdot U_E \cdot \varkappa - Bs_i}{V_{ef} \cdot U_E \cdot \varkappa - Bs} - B(s - s_i)\right], \tag{10}$$

cu ajutorul căreia, cunoscînd caracteristicile electrochimice de bază, interstițiul de lucru inițial și final, se determină timpul necesar pentru efectuarea debavurării.

Astfel pentru obținerea unei raze de rotunjire $R = 1$, $S_i = 0{,}42$ mm, $S = S_f = 0{,}8$ mm, timpul de debavurat calculat este de 0,77 min. (46 sec).

În cazul debavurării unor roți dințate executate dintr-un material avînd caracteristica electrochimică $B = 0$, timpul de debavurare se determină pornind de la ecuația diferențială :

$$\frac{ds}{dt} = \frac{V_{ef} \cdot U_E \cdot \varkappa}{s} \tag{11}$$

Rezolvînd această ecuație se obține relația :

$$t = \frac{s^2 - s_i^2}{V_{ef} \cdot U_E \cdot \varkappa}, \tag{12}$$

ce reprezintă dependența dintre timpul de prelucrare și parametrii de lucru ai debavurării.

Stabilirea parametrilor comuni și specifici ai debavurării roților dințate. La debavurarea electrochimică a roților dințate cilindrice din construcția transmisiei autocamioanelor, majoritatea parametrilor de lucru se mențin constanți, indiferent de modelul danturii de numărul de dinți, de mărimea unghiului de înclinare și de sensul înclinării dinților. Acești parametri, determinați experimental și teoretic, sînt următorii :

- tensiunea de lucru, $U = 17{,}5$ V ;
- soluția de electrolit, $NaNO_3$ în concentrație 20 % ;
- pH-ul soluției, 7 ;
- temperatura soluției la intrarea în dispozitiv, $T_i = 303$°K ;
- presiunea electrolitului la intrarea în dispozitiv, $p_i = 12$ daN/cm² ;
- presiunea electrolitului la ieșirea din dispozitiv, $p_e = 3$ daN/cm² ;
- interstițiul inițial $S_i = 0{,}42$ mm.

Ceilalți parametri depind de cazul concret de debavurare. Astfel interstițiul final S se stabilește în funcție de raza de rotunjire prescrisă de constructor, determinînd la rîndul lui timpul necesar executării debavurării. Curentul absorbit I [A] în timpul prelucrării și debitul de electrolit Q (l/min) au valori mai mari la coroanele dințate de dimensiuni mari.

Utilajul necesar debavurării

Dispozitivele de debavurat. Ținînd cont de seriile mari de fabricație a roților dințate cilindrice, s a stabilit că pentru fiecare reper să se execute cîte un dispozitiv de debavurat, existînd și anumite excepții cînd pe un dispozitiv se pot debavura două repere ce diferă doar prin lungimea danturii.

Au fost proiectate, realizate și încercate 6 dispozitive de debavurat pentru 8 repere, construcția și funcționarea lor fiind asemănătoare. Pentru exemplificare, în figura 7, se prezintă principial dispozitivul de debavurat al unei roți dințate cilindrice, cu dinți drepți, avînd diametrul exterior de 207 mm, lungimea dinților de 80 mm, iar numărul de dinți $z = 34$.

Dispozitivul de debavurat se compune din carcasa cilindrică *1*, montată pe placa de bază **2**, reazemul **3**, bucșa de centrare **4**, electrodul sculă inferior **5**, capacul **6** pe care este fixat electrodul sculă superior **7**, placa intermediară **8**, placa de prindere **9** care asigură fixarea părții deplasabile a dispozitivului de sistemul de avans și cepul conic **10**.

Roata dințată se introduce și se scoate din dispozitiv, cu ajutorul unor clești speciali ce prind piesa prin alezajul central. În dispozitiv, roata este centrată cu bucșa **4** și orientată de capul **10**. După închiderea dispozitivului, prin orificiul de alimentare din placa **8** se trimite, sub presiune, electrolitul care ajunge în came-

ra centrală **a**, de unde prin interstițiul format de electrodul sculă **7** și suprafața frontală f_1 a roții pătrunde în camera **b** și apoi prin interstițiul format de electrodul sculă **5** și suprafața frontală f_2 a roții ajunge în camera inelară **c**. Din această cameră, electrolitul, prin orificiul de evacuare din carcasa **2**, este trimis la un drosel care permite reglarea presiunii electrolitului la ieșirea din dispozitiv.

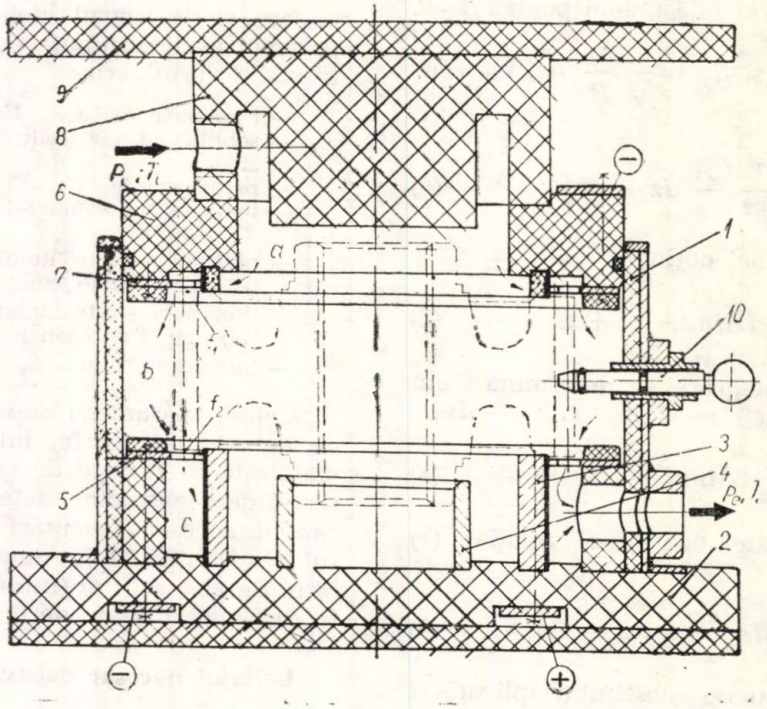


Fig. 7 Dispozitivul de debavurat roți dințate cilindrice.

Electrozii-sculă **5** și **7**, executați din tablă de alamă, au interiorul profilat la forma negativului profilului roții, asigurîndu-se astfel un interstițiu inițial constant. Pentru ca preluarea să se producă numai în zonele dorite, majoritatea pieselor componente ale dispozitivului au fost executate din materiale izolatoare, iar electrozii-sculă au fost acoperiți, circuitul electric închizîndu-se numai pe muchiile dinților.

În timpul prelucrării, electrolitul sub presiune acționează asupra dispozitivului cu o forță a cărei valoare maximă ajunge la 6370 daN ; forța este preluată de către sistemul hidraulic de închidere. Debitul de electrolit necesar prelucrării este de 200 l/min. Curentul maxim absorbit în timpul debavurării a fost de 1000 A, iar timpul de prelucrare, de 45 secunde.

Instalația de debavurat roți dințate. Instalația realizată permite debavurarea unei game largi de roți dințate cilindrice, cu dinți drepți sau înclinați. Ea se compune din structura mecanică **1**, pe care se află cuva de lucru **2**, generatorul de curent continuu **3**, sistemul de recirculație a electrolitului și sistemul de închidere a dispozitivelor de debavurat (fig. 8).

Structura mecanică are o rigiditate mare, fiind capabilă de a prelua în bune condițiuni forțele hidrostatice mari, dezvoltate în timpul debavurării electrochimice.

Generatorul de curent continuu asigură alimentarea dispozitivelor de debavurat cu energie electrică, curentul maxim furnizat fiind $I_{max} = 2500$ A și o tensiune reglabilă $U_{cc} = 0 \ldots 20$ V.

Sistemul de recirculație a electrolitului cuprinde rezervorul **4**, cu un volum de 1,2 m^3, pompa centrifugală **5** ce asigură un debit maxim $Q_{max} = 200$ l/min la o presiune de 12 daN/cm^2, filtrul **6**, dispozitivul de debavurat montat în cuva de lucru și schimbătorul **7**, fixat pe rezervor. A fost necesară introducerea schimbătorului de căldură, datorită faptului că în timpul debavurării roților dințate mari se dezvoltă o mare cantitate de căldură, care este preluată de electrolit și care trebuie să fie evacuată, pentru ca temperatura acestuia la intrarea în zona de lucru să se păstreze conconstantă. Un sistem de reglare automată permite menținerea temperaturii electrolitului la valoarea reglată de 30°C, variațiile admise fiind de ±0,5°C.

Datorită forțelor mari care iau naștere în dispozitivele de debavurat, s-a utilizat un sistem hidraulic de închidere format din panoul hidraulic **8** și cilindrul **9**. Panoul cuprinde rezervorul de ulei, generatorul hidraulic, elementele de protecție, reglare și cele de control ale

sistemului, asigurînd prin cilindrul hidraulic o forță de închidere maximă de 6500 daN.

înlătura din electrolit hidroxizii metalici proveniți din dizolvarea anodică.

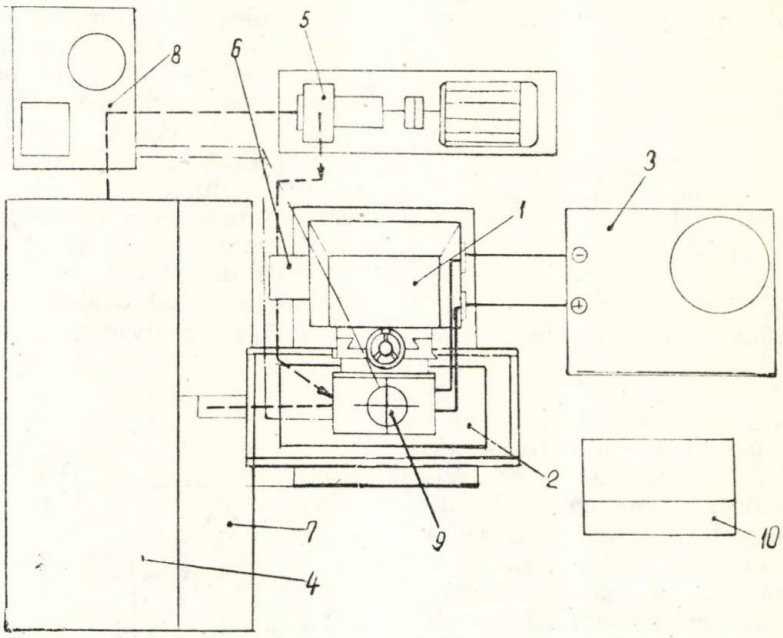


Fig. 8 Schema instalației de debavurat roți dințate cilindrice.

Dimensiunile maxime ale dispozitivului de debavurat roți dințate, ce pot fi introduse pe structura mecanică a instalației sînt : diametrul $\varnothing$ 500 mm și înălțimea $h = 550$ mm.

Cursa maximă a cilindrului hidraulic de închidere este de 450 mm.

Instalația permite introducerea unei centrifuge în sistemul de recirculație, cu rolul de a

BIBLIOGRAFIE

[1] *Ivan, M., Cristian, I.:* Creșterea temperaturii electrolitului în zona de lucru, un nou criteriu de stabilire a vitezei de avans la prelucrarea electrochimică. În Studii și cercetări de mecanică aplicată, tom 38, 1979, p. 603—616.

[2] *Hümbs, H. J.:* Elektrochemischen Senken. Experimentelle und analytische Untershuchung der Prozesszusammenhänge. Teză de doctorat, T.H. Aachen, 1976

CZ : 541.3

Procedee pentru finisarea roților dințate cilindrice cu dinți drepți prin eroziune electrochimică

Ing. Viorel **NANI** – Întreprinderea „Electrotimiș" Timișoara
Dr. ing. Mihai **NICA**– Institutul Politehnic „Traian Vuia" Timișoara

Prelucrarea dimensională prin eroziune electrochimică are la bază procedeul de dizolvare anodică. Obiectul prelucrării **OP** (fig. 1) se leagă la anodul unei surse de curent continuu, iar obiectul de transfer **OT** la catodul aceleiași surse. Între **OP** și **OT** se introduce un electrolit care, în prezența cîmpului electric, generează o serie de procese fizice și chimice, dintre care o parte conduc la erodarea progresivă a **OP**.

OT are rolul unui element de ieșire, în procesul de transfer al energiei necesare constituirii și întreținerii agentului eroziv **AE**, fiind principalul furnizor al informației privind starea finală a **AE**. Acest element asigură controlul parametrilor caracteristici agentului eroziv, precum și localizarea acțunii erozive a acestuia pe suprafața activă a **OP**. În urma acțiunii **AE**, de pe suprafața **OP** se detașează particule sub formă de ioni ai metalului de

prelucrat, care rămîn în mediul de lucru sub formă de hidroxizi. Acțiunea **AE** fiind dirijată spre **OP**, **OT** nu este afectat de acest proces, asigurînd realizarea procesului de eroziune

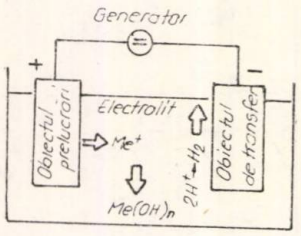


Fig. 1 Mecanismul prelucrării prin eroziune electrochimică.

fără ca **OT** să se uzeze. Întrucît eroziunea electrochimică este însoțită de un proces de pasivizare a suprafeței electrozilor care frînează dizolvarea anodică, se iau măsuri de activare a suprafețelor utile pentru asigurarea continuității procesului de prelucrare. În cazul finisării roților dințate, depasivarea s-a efectuat hidrodinamic, prin curgerea forțată, sub presiune, a electrolitului prin interstițiul format între **OP** și **OT**.

Prin analogie cu procedeele de danturare convenționale, se cunosc două metode de finisare a roților dințate cilindrice cu dinți drepți :

— copierea formei **OT** ;

— rostogolire (angrenare aparentă între **OT** și **OP**).

În lucrarea de față se vor face, în continuare, referiri numai la prima metodă. În figura 2 se prezintă schema finisării danturii prin eroziune electrochimică.

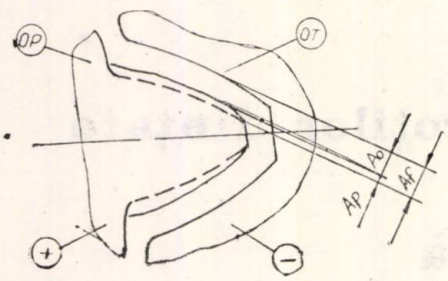


Fig. 2 Schema finisării danturii prin eroziune electrochimică.

OT are forma unei coroane dințate confecționată dintr-un material ușor prelucrabil (de obicei staniu, aluminiu, alamă etc.). Între **OP** și **OT** există o distanță A_0, numită interstițiu inițial, care în timpul prelucrării este parcursă cu viteză mare de un electrolit sub presiune. Conectînd **OT** și **OP** la catodul, respectiv anodul, sursei de curent continuu, are loc fenomenul de dizolvare anodică a **OP**, conform legilor lui Faraday. La sfîrșitul prelucrării, se obține între flancurile dinților **OT** și **OP** un interstițiu final $A_f = A_0 + A_p$, unde A_p reprezintă adaosul de prelucrare.

Finisarea roților dințate prin eroziune electrochimică hidrodinamică prezintă un interes deosebit, atît sub aspectul preciziei de prelucrare, cît (mai ales) din punct de vedere al capacității productive. Procedeele clasice de prelucrare necesită timpi de ordinul minutelor pe dinte, ceea ce afectează în mod substanțial costul prelucrării. Timpul de finisare al unei roți dințate prin eroziune electrochimică hidrodinamică este în medie sub un minut și nu depinde de starea suprafeței materialului **OP**, fiind chiar mai avantajoasă prelucrarea pieselor tratate termic.

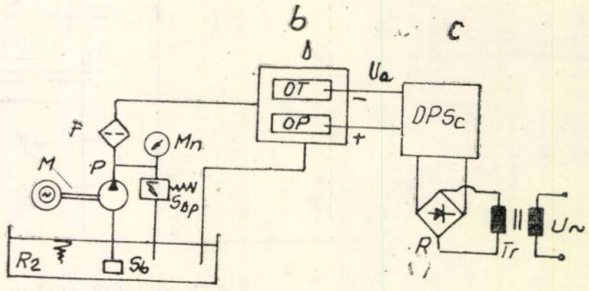


Fig. 3 Instalația pentru finisarea roților dințate.
a) instalația de alimentare cu electrolit : R – rezervor ; Sb – sorb ; P – pompă cu roți dințate ; M – motor electric ; Mn – manometru ; S_{DP} – supapă de descărcare a presiunii.
b) dispozitivul de prelucrare : OT – obiectul de transfer (scula) ; OP – obiectul prelucrării (piesa).
c) sursa de alimentare cu energie electrică : DPS_C – dispozitiv de protecție la scurtcircuit ; R – redresor ; Tr – transformator ; U_a – tensiunea de alimentare.

În figura 3 se prezintă schema de principiu a instalației, compusă din următoarele părți :

a) instalația de alimentare cu electrolit ;

b) dispozitivul de prelucrare ;

c) sursa de alimentare cu energie electrică.

Instalația de alimentare cu electrolit a dispozitivului de prelucrare **D** asigură circularea forțată a electrolitului prin interstițiul de lucru dintre **OT** și **OP** și se compune dintr-un rezervor $\mathbf{R_z}$, pompa cu roți dințate **P**, acționată de un motor electric **M**, supapa de descărcare a presiunii $\mathbf{S_{DP}}$, un sorb $\mathbf{S_b}$ și un filtru **F**, un manometru $\mathbf{M_n}$, , precum și conductele de legătură dintre elementele componente.

Dispozitivul **D**, ca unitate specifică procedeului de prelucrare (fig. 4), este alcătuit dintr-un corp **11**, în care se montează prin presare un ax tubular cu știft 6, prevăzut cu găuri radiale în zona de curgere a electrolitului. Pe axul tubular cu știft **6** se montează **OP 9**, prin intermediul unei bucșe **17** și al unui șurub de blocare **18**. În corpul **11** se montează, cu ajutorul unor șuruburi de fixare **16**, **OT 14** și un papuc **15**. De electrodul **14** se fixează cu șuruburile **4**, un suport **3**, prin care se reglează poziția palpatorului unui ceas comparator tip

Pupitast 2 cu şuruburile de blocare **1**, precum şi un sector dinţat **20** care angrenează cu un pinion **23**, montat în corpul **11**. Alimentarea cu energie se realizează pentru electrodul **14**, prin forma constructivă a papucului **15** prevă-

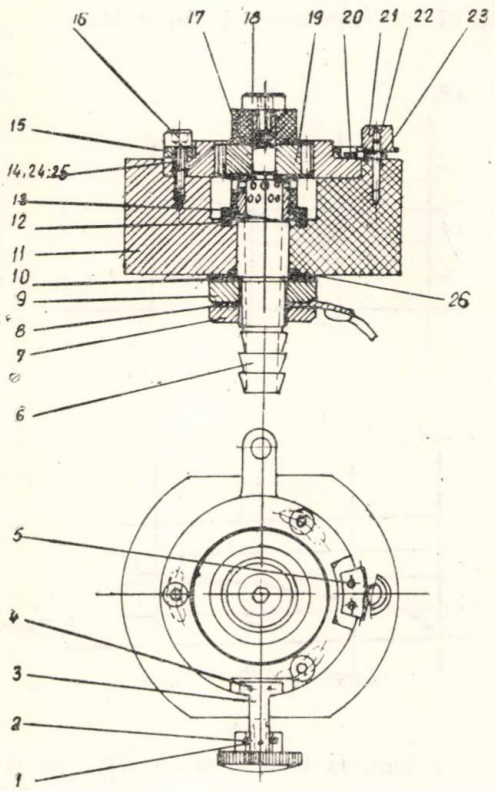


Fig. 4 Dispozitiv de prelucrare.
1 – şurub blocare ; 2 – comparator mecanic ; 3 – suport ; 4,5 – şuruburi ; 6 – ax tubular cu ştuţ ; 7 – contrapiuliţă ; 8,15 – papuc ; 9 – piuliţă ; 10 – şaibă ; 11 – corp ; 12,26 – inel ; 10,13 – bucşă ; 14,24,25 – sculă (OT) ; 16 – şurub fixare OT ; 17 – bucşă ; 18 – şurub blocare OP ; 19 – piesa (OP) ; 20 – sector dinţat ; 21 – tambur ; 22 – ax, 23 – pinion.

zut cu o ureche, iar pentru piesa **19**, prin intermediul unei piuliţe **9** şi al unei contrapiuliţe. **7**. Etanşeitatea dispozitivului **D** se realizează cu ajutorul unor inele din cauciuc **12**, al unei şaibe **10** şi al unei piuliţe **9**. Axul tubular **6** este protejat de o bucşă **13**, prevăzută cu găuri radiale corespunzător celor practicate în ax.

Sursa de alimentare cu energie este constituită dintr-un redresor **R**, un dispozitiv de protecţie la scurtcircuit **DPSc** şi un transformator **Tr**.

Dispozitivul **D** este alimentat cu electrolit sub presiune prin axul tubular **6**, precum şi cu energie electrică prin piuliţa **9** şi contrapiuliţa **7** şi papucul **15**. Electrolitul, prin găurile radiale practicate în axul tubular **6** şi bucşa **13** ajunge în spaţiul practicat în corpul **11**, de unde este expulzat cu viteză mare prin interstiţiul dintre **OT** şi **OP**. Datorită diferenţei de potenţial dintre **OT** şi **OP** şi a interstiţiului mic, prelucrarea **OP** are loc la densităţi mari de curent.

În cazul finisării roţilor dinţate cilindrice cu dinţi drepţi, prin eroziune electrochimică hidrodinamică, precizia prelucrării depinde de mai mulţi factori, printre care :

— precizia de execuţie iniţială a **OP** ;
— mărimea interstiţiului iniţial A_0 între **OP** şi **OT** ;
— densitatea de curent ;
— tipul de electrolit folosit şi concentraţia sa ;
— natura materialului **OP** sau **OT** ;
— starea suprafeţei **OP** ;
— viteza de curgere şi temperatura electrolitului ;
— precizia de execuţie a dispozitivului de lucru **D**.

Referitor la acest ultim factor, s-a urmărit o îmbunătăţire a preciziei de prelucrare, ca urmare a posibilităţii de poziţionare precisă a **OP** faţă de **OT**, atît prin forma constructivă a **D**, cît şi prin rotirea relativă a **OT** faţă de **OP**, asigurînd realizarea unui intenstiţiu iniţial A_0, aproximativ constant între cei doi electrozi, precum şi datorită curgerii radial-axiale a electrolitului prin interstiţiul de lucru.

Pentru realizarea cercetărilor experimentale s-au folosit instalaţia şi dispozitivul prezentate în figura 3 şi figura 4, avînd ca **OP** roţi dinţate confecţionate din 41 Mo C 11, călit, cu următoarele caracteristici geometrice.

— modul — 2 mm ;
— număr de dinţi — 20 ;
— deplasarea danturii 0 şi + 0,1 ;
— grosimea — 10 mm.

OT a fost o coroană dinţată cu profilul deplasat $\xi = -0{,}5$, confecţionată din staniu.

În cadrul determinărilor experimentale, s-a urmărit stabilirea influenţei pe care o au, asupra procesului de prelucrare prin eroziune electrochimică hidrodinamică şi asupra caracteristicilor tehnologice de bază (capacitatea productivă şi precizia de prelucrare), următorii factori :

— natura electrolitului ;
— mărimea interstiţiului ;
— parametrii electrici.

Folosind ca indicator al prelucrabilităţii echivalentul electrochimic volumic efectiv K_v, s-a urmărit stabilirea dependenţei acestuia de electrolitul folosit şi de valoarea densităţii curentului electric. În cazul utilizării ca electrolit a unei soluţii apoase în concentraţie 10% $NaNO_3$, se constată (fig. 5) că pentru densităţi de curent mai mici de 0,1 A/mm², echivalentul electrochimic volumic efectiv are valori foarte mici, ceea ce conduce la o îndepărtare redusă a adaosului de prelucrare de pe **OP**. Acest lucru prezintă un interes deosebit din punctul de vedere al localizării procesului de prelucrare, cu implicaţii directe asupra preciziei de

prelucrare obținute. Valori reduse ale densității curentului se pot obține pe mai multe căi, dar în cazul finisării roților dințate inte-

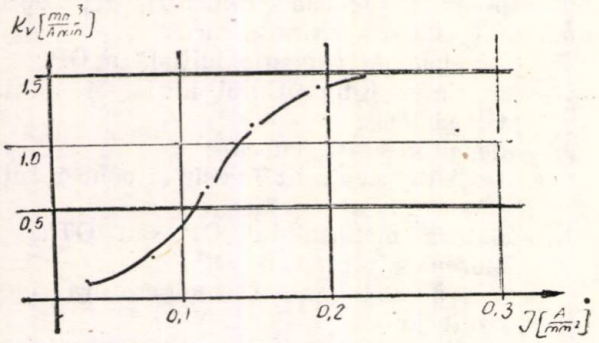


Fig. 5 Dependența echivalentului electrochimic volumic efectiv K_v de densitatea curentului electric J, în electrolit 10 % $NaNO_3$.

resează posibilitatea variației densității curentului, prin mărimea interstițiului de lucru și a căderii de tensiune între **OT** și **OP**. Alegînd corespunzător acești parametri, se poate reduce îndepărtarea de material de la vîrful sau baza dintelui și concentra pe suprafața flancurilor dinților, ceea ce în cazul finisării danturii este deosebit de important.

Utilizînd un electrolit de Na Cl în aceeași concentrație, dependența echivalentului electrochimic volumic de densitatea de curent (fig. 6) este diferită față de cazul precedent.

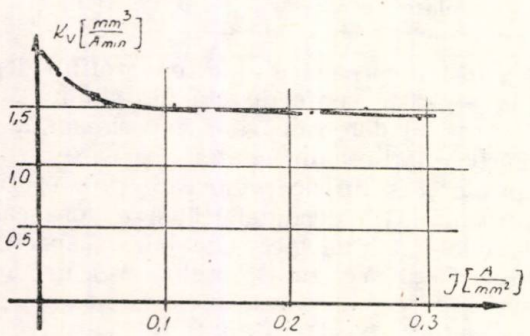
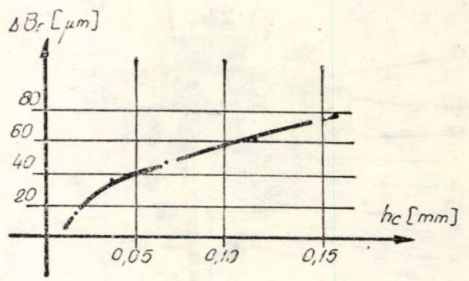


Fig. 6 Dependența echivalentului electrochimic volumic efectiv K_v de densitatea curentului electric J, în electrolit 10% NaCl.

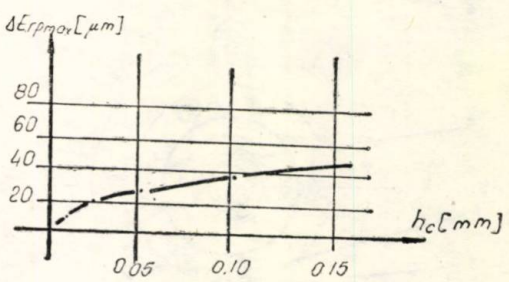
De această dată, la densități mici de curent, echivalentul electrochimic are o tendință de creștere pronunțată, ceea ce atrage după sine o localizare mai dificilă a procesului de prelucrare.

Atît în electrolit $NaNO_3$ cît și în Na Cl, în aceeași concentrație de 10%, parametrii de regim se aleg astfel încît să se obțină o capacitate productivă maximă, respectiv produsul $K_v \cdot J$, de care depinde viteza de dizolvare anodică, să aibe valoarea maximă.

Precizia de prelucrare a roților dințate cilindrice, cu dinți drepți prin eroziune electrochimică, cu depasivare hidrodinamică, folosind ca indicatori bătaia radială pe cercul de divizare, eroarea de pas și rugozitatea suprafeței, a scos în evidență posibilitatea îmbunătățirii acestei caracteristici, funcție de grosimea stratului de material îndepărtat.



a



b

Fig. 7 a, b Variația bătăii radiale ΔB_r (a) și variația pasului $\Delta E_{rp\,max}$ (b) în funcție de grosimea stratului de material îndepărtat h_c, în electrolit 10% $NaNO_3$.

Din figurile 7, a și b, corespunzătoare prelucrării cu electrolit 10% $NaNO_3$, rezultă că se obține o corecție a bătăii radiale (în jur de 50 μm) și a pasului (în jur de 30 μm), după îndepărtarea unui adaos de prelucrare de 0,1 mm. Trebuie specificat faptul că **OP**, după tratamentul termic și rectificarea alezajului, avea bătaia radială de 140—210 μm, iar eroarea de pas de 90—160 μm. În figura 8, a se prezintă dependența rugozității, funcție de densitatea curentului.

La densități mici ale curentului (sub 0,1 A/mm²), rugozitatea suprafeței are valori mari, apropiate de valorile rugozității inițiale, datorită valorii reduse a mărimii echivalentului electrochimic volumic efectiv (fig. 5). În figura 8, b este redată dependența rugozității suprafeței flancului dintelui, funcție de grosimea stratului de material îndepărtat.

După îndepărtarea unui adaos de prelucrare în jur de 0,05 mm, se constată o îmbunătățire nesemnificativă a rugozității suprafeței, chiar dacă prelucrarea continuă. Necesitatea îndepărtării unui adaos atît de mic, pentru a ajunge la valorile de rugozitate caracteristice proce-

deului, se datorează prelucrării preferențiale a vîrfurilor microneregularităților, pe baza densităților mai mari de curent, în raport cu suprafețele de la baza microneregularităților, deci echivalentul electrochimic volumic efectiv are valori mai mari.

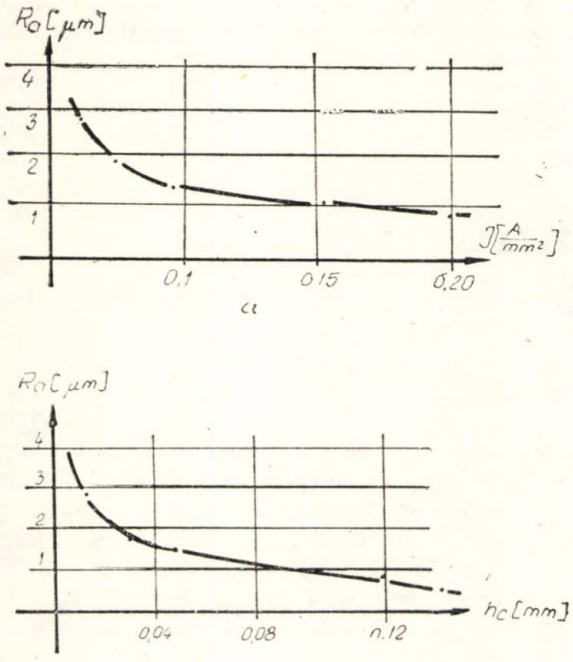


Fig. 8 a, b Dependența rugozității suprafeței finisate R_a (a) de densitatea de curent J și de grosimea stratului de material îndepărtat h_c (b) în electrolit 10% $NaNO_3$.

În electrolit 10% NaCl, atît bătaia radială cît și eroarea de pas (fig. 9,a și b) vor fi cu atît mai mult corectate, cu cît densitatea curentului este mai mică.

În ceea ce privește dependența rugozității suprafeței de densitatea curentului (fig. 10 a), la o grosime a stratului de material îndepărtat în jur de 0,1 mm, s-au obținut rugozități medii (în jur de 1 μm) pentru densități de curent mai mici de 0,05 A/mm², respectiv mai mari de 0,2 A/mm² (fig. 10 b); se constată că adaosul necesar a fi îndepărtat, pentru atingerea rugozității minime, trebuie să fie cel puțin 0,1 mm.

Spre deosebire de $NaNO_3$, NaCl se caracterizează printr-o sensibilitate mai scăzută față de variația densității curentului, ceea ce conduce la o îndepărtare de material aproape uniformă de la vîrfurile și baza microneregularităților. Din acest motiv, pentru obținerea unor valori ale rugozității suprafeței comparabile cu cele realizate pe baza procedeului de lustruire electrochimică, este necesară îndepărtarea unui adaos de prelucrare mai mare, pentru a putea fi corectată valoarea rugozității inițiale.

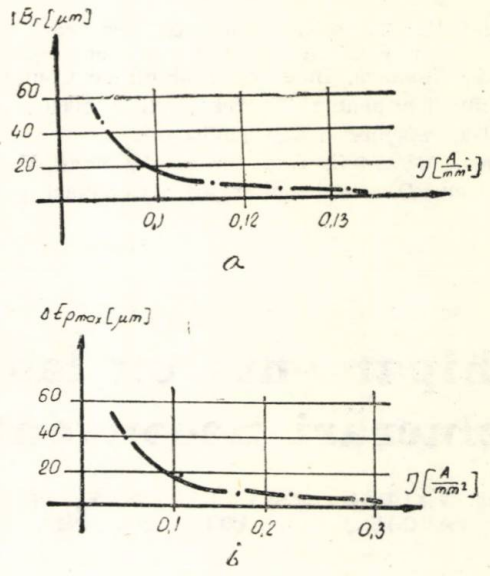


Fig. 9 a, b Variația bătăii radiale ΔB_r (a) și variația pasului $\Delta E_{rp\,max}$ (b), în funcție de grosimea stratului de material îndepărtat în electrolit 10% NaCl.

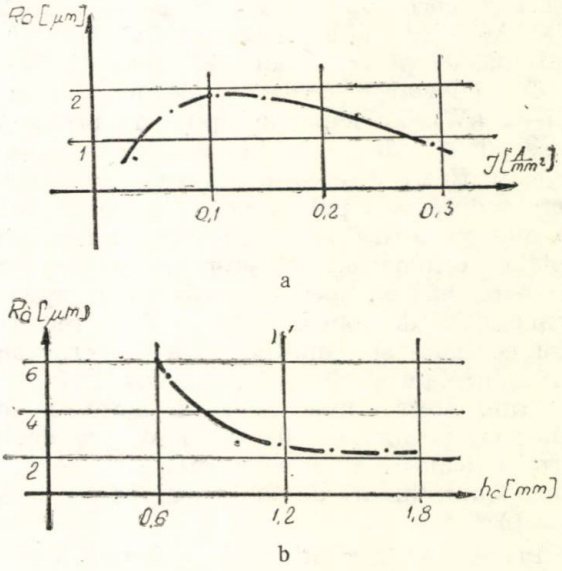


Fig. 10 a, b Dependența rugozității suprafeței finisate R_a (a) de densitatea de curent J și de grosimea stratului de material îndepărtat h_c (b) în electrolit 10% NaCl.

Concluzii

Procedeul descris, destinat finisării roților dințate cilindrice cu dinți drepți prin eroziune electrochimică, cu depasivare hidrodinamică, se pretează a fi utilizat în cazul fabricației de serie mare și masă. Față de metoda de finisare prin rectificare a danturii roților dințate, procedeul prezentat se caracterizează printr-un preț de cost mai scăzut, la aceeași precizie a prelucrării. Eficiența economică a proce-

deului constă și în durata propriu-zisă a prelucrării extrem de redusă: între 30 și 120 secunde.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Nani, V.*: Dispozitiv pentru finisarea roților dințate prin eroziune electrochimică cu depasivare hidrodinamică. Buletinul Sesiunii de Comunicări Științifice pentru Tineret „Tehnic 2000", ediția III-a, aprilie, 1984, Timișoara.

[2] *Nica, M., Savii, Gh., Pircea, I., Nani, V., Marinceu, D., Sziebenaller, M.*: Cercetări privind finisarea roților dințate prin eroziune electrochimică hidrodinamică. Sesiunea de Comunicări Tehnico-Științifice 13—15 mai 1977, Timișoara,

[3] *Nica, M., Savii, Gh., Pircea, I., Nani, V., Marinceu, D., Sziebenaller, M.*: Unele constatări privind aplicarea procedeului de netezire electrochimică la roți dințate. Tehnologii noi de fabricație în construcția de mașini, 1977, Galați.

[4] *Nichici, Al., Popovici, V., Nica, M., Achimescu, N., Popa, N., Paculescu, Gh.*: Prelucrarea prin eroziune în construcția de mașini. Ed. Facla 1983, Timișoara.

CZ : 621.9:621.375.9

Echipamente cu laser pentru prelucrări neconvenționale

Dr. ing. V. **DRĂGĂNESCU**, ing. C. **AXINTE**,
ing. I. **FARCAȘ**, ing. I. **GUȚU**, ing. G. **NEMEȘ** – I.F.T.A.R. București

Introducere

Din multitudinea de laseri care pot fi utilizați în diferite tipuri de prelucrări neconvenționale, în I.F.T.A.R. — secția Laseri — s-au dezvoltat pînă în prezent următoarele tipuri: laseri cu corp solid cu emisie pulsată (sticlă: Nd, YAG: Nd, rubin), laseri cu CO_2 cu emisie continuă, de putere medie (25—400 W), laseri cu CO_2 cu emisie continuă, de mare putere (0,5—2 kW). Principalele tipuri de prelucrări ce se pot aborda cu acești laseri sînt: găurire de mare finețe a oricăror materiale (0,01÷0,3 mm), sudură prin puncte de mare finețe 0,01÷0,1 mm) decupare prin puncte (fracturare controlată) a materialelor ceramice și semiconductoare, microevaporări controlate și ajustări (trimerizări) de componente, tăiere a materialelor ceramice și semiconductoare, microevaporări controlate și ajustări (trimerizări) de componente, tăiere a materialelor izolante sau metalice cu grosimi de 0,5÷10 mm, tratamente termice (călire) a pieselor metalice de mari dimensiuni, suduri de table (suprapuse și cap la cap).

Prezentăm în continuare echipamentele realizate în I.F.T.A.R. — secția Laseri — cu tipurile menționate de laseri.

Echipamente cu laseri cu corp solid

Laserii cu corp solid, cel mai mult utilizați în lume și la noi în țară pentru prelucrări, sînt cei cu sticlă: Nd și cei cu YAG: Nd. Emisia se face în infraroșu, la lungimea de undă de 1,06 μm. Se folosesc, de obicei, 3 regimuri de lucru și anume:

— **pulsat relaxat,** laserul emițînd un tren de impulsuri de durată totală de 0,1÷1 ms și energie de 0,1÷20 J (putere în impuls 1—50 kW, în funcție de dimensiunile mediului activ);

— **pulsat declanșat,** laserul emițînd un singur impuls de durată 10÷50 ms și energie 0,01÷0,2 J (putere în impuls 1—20 MW);

— **regim continuu** (numai laserul cu YAG: Nd), laserul emițînd un fascicul continuu de putere 1—100 W.

Indiferent de regimul de lucru, un laser cu solid conține: emițătorul laser (cap laser), format din mediul activ, lampa de excitare, incinta reflectantă și oglinzile laser, sursa de alimentare și circuitele de comandă și instalația de răcire a capului laser. Tipul și dimensiunile mediului activ determină performanțele laserului. În prezent dispunem de 3 tipuri de medii active cu următoarele caracteristici:

— sticlă silicatică cu Nd, din import și din țară, cu dimensiuni de la ∅ 6 x 100 mm pînă la ∅ 14 x 200 mm. Randamentul energetic al laserilor cu acest tip de sticlă este de 0,2÷0,5 %, regimul de lucru de preferință este cel pulsat relaxat, energia maximă emisă este de 10÷20 J, perioada de repetiție a impulsurilor 3÷10 s. Aplicații tipice: găuriri de ∅ 0,2÷0,8 mm, în metale dure și greu fuzibile, în rubine, safire, ceramici greu fuzibile, cu adîncime de pătrundere pînă la 3÷4 mm, suduri prin puncte, ∅ 0,2÷0,5, adîncime 0,1÷0,3 mm;

— sticlă fosfatică cu Nd (cooperare U.R.S.S.), cu dimensiuni de ∅ 5÷6 x 80 mm. Randamentul energetic este foarte bun, de 2÷3 %, regim de lucru pulsat relaxat, sau declanșat, energia maximă emisă 1÷3 J (relaxat), frecvența de repetiție mare (1÷10 Hz). Aplicații tipice: găuriri de mare finețe (∅ 0,01÷0,2 mm), tăieri de plachete ceramice sau semiconductoare, suduri fine prin puncte, trimerizări (ajustări de valori) de componente electronice.

— YAG : Nd, din import, cu dimensiuni de la ∅ 3 x 50 mm pînă la ∅ 6 x 80 mm. Randamentul energetic este de circa 1 % (regim relaxat) ; se poate utiliza în oricare din cele 3 regimuri amintite. În regim relaxat se obțin energii de 0,1÷0,5 J, cu frecvențe de repetiție de 1÷25 Hz. În regim declanșat se obțin energii de 0,01÷0,05 J, cu frecvențe de repetiție de 1÷25 Hz. Regimul de lucru continuu va fi realizat la noi în anii 1985—1986.

Aceste medii active au permis realizarea mai multor tipuri de instalații de microprelucrări și de laseri pentru astfel de aplicații. Tabelul 1 rezumă aceste echipamente, precum și intențiile noastre în viitorul apropiat. În funcție de cerințele industriei, putem realiza în prezent și alte tipuri de echipamente cu laseri cu solid, care nu sînt prezentate în tabel.

Indiferent de tipul prelucrării, fasciculul laser trebuie focalizat pe piesa de prelucrat. Este util, de asemenea, ca operatorul să poată urmări pe un monitor TV zona de impact a fasciculului laser pe piesă.

În cadrul secției Laseri, s-au realizat — în anii 1975—1982 — mai multe tipuri de instalații de microprelucrări cu sticlă silicatică cu Nd (Laserom O1, în cooperare cu I.C.P.T.C.M. București și Neodim 15, varianta îmbunătățită). În 1982—1983, s-a realizat un laser pentru prelucrări cu sticlă fosfatică, de randament ridicat, gabarit redus și frecvență de repetiție ridicată, SOLAR F-1, care poate fi adaptat la diferite tipuri de aplicații (găuriri fine, tăieri de plachete subțiri, trimerizări, suduri fine ș.a.). Instalațiile pot fi prevăzute cu comandă numerică a deplasării piesei de prelucrat (efec-

Echipamante și tipuri de prelucrări realizate sau în perspectiva apropiată, utilizînd laseri cu solid *Tabelul 1*

Tip de prelucrare	Regim de lucru	Mediu activ	Instalații realizate sau în persepectivă
Găuriri de materiale dure, metalice, semiconductoare, izolatoare (diuze metalice lagăre de rubin și safir) de finețe redusă (0,2—0,8) adîncime 4 mm.	Relaxat 10—120 J	Sticlă silicatică : Nd	Laserom O1— ICPTCM, Neodim 15 AFM—Timișoara, I.P. Buc. — 2 buc. I.P. Timișoara IRNE Pitești IMASA — Sf. Gheorghe 1984; IFTAR
Suduri de finețe (0,1÷0,3 mm, adîncime de pătrundere 0,3 mm).	Relaxat 10—120 J	Sticlă silicatică : Nd	Idem
Găuriri fine (0,005—0,2 mm) (filiere din carburi, diamant)	Relaxat Declanșat 0,01—0,1 J	Sticlă fosfatică : Nd YAG : Nd	SOLAR F—1 SY—3; SY—4 IFTAR — Laseri
Trimerizare de punți tensiometrice (prin evaporare controlată de material)	Relaxat 0,01—0,1 J	Siclă silicatică : Nd	Lasertrim IFTM — Buc.
Tăiere plachete Si 0,3—0,5 mm.	Relaxat 0,2 J și 10 Hz	Sticlă fosfatică : Nd YAG : Nd	IFTAR — model de lab ; IPRS (în 1985)
Tăiere de materiale metalice 0,5—3 mm.	Continuu 10—1000 W	YAG : Nd	IFTAR 1986—1988
Tăiere de materiale ceramice 0,5—3 mm.	Continuu 1—10 W declanșat repetitiv	YAG : Nd	IFTAR 1986—1988
Tratament termic al materialelor semiconductoare (annealing).	Relaxat Declanșat	Sticlă silicatică : Nd Sticlă fosfatică : Nd YAG : Nd	IFTAR 1985—88
Inscripționare a pieselor metalice	Continuu 10—100 W Declanșat repetitiv	YAG : Nd	IFTAR 1986—88
Profilare de circuite integrate	Declanșat repetitiv	Sticlă fosfatică : Nd YAG : Nd	IFTAR 1986—88

tuată cu moatoare pas cu pas) și cu alte facilități, în funcție de specificul prelucrării (atmosferă controlată, monitor TV ș.a.).

Prezentăm în continuare caracteristicile tehnice ale instalațiilor de tip Neodim 15 și SOLAR.

Instalație de microprelucrări Neodim 15

Destinație : microgăuriri și microsuduri ;
Tip de laser : sticlă silicată cu Nd ;
Regim de lucru : relaxat ;
Energie utilă : 10÷20 J ;
Perioadă de repetiție a impulsurilor : 3÷10 s (reglabil) ;
Dimensiuni ale găurilor : 0,01÷0,8 mm ;
Adîncime de găurire : 0,1÷4 mm ;
Dimensiuni ale sudurilor : 0,1÷0,3 mm ;
Adîncime de sudură : 0,1÷0,3 mm ;
Posibilitatea utilizării unei camere TV pentru observat zona prelucrată ;
Vizare prin microscop ;
Precizie de poziționare : 0,01 mm ;
Gabarit : sursa : 1500 x 600 x 600 mm^3 ;
cap laser + accesorii : 1200 x 800 x 600 mm^3 ;
Masa : sursa : 250 kg ;
cap laser + accesorii : 80 kg.

Laser pentru microprelucrări tip SOLAR

Destinație : microgăuriri, tăieri de plachete semiconductoare, tăieri de materiale ceramice ;
Tip de laser : sticlă fosfatică : Nd ; YAG:Nd;
Regim de lucru : relaxat ;
Energie utilă : 0,2÷1 J.
Frecvență de repetiție a impulsurilor : 0,625 ÷25 Hz (reglabil) ;
Dimensiuni ale găurilor : 0,005÷0,2 mm ;
Adîncime de găurire : 0,005÷0,5 mm ;
Posibilitatea utilizării unei camere TV pentru observarea zonei prelucrate ;
Vizare prin microscop ;
Precizie de poziționare : 0,01 mm ;
Gabarit : — sursa : 1000 x 500 x 400 mm^3 ;
— cap laser + accesorii 600 x 150
Masa : — sursa : 85 kg ;
— cap laser + accesorii : 15 kg.

Figurile 1—4 prezintă, respectiv, găuri realizate în diferite materiale cu cele două tipuri de echipamente și aspectul laserului SOLAR F—1 cu sticlă fosfatică cu Nd.

Menționăm în încheiere că laserul SOLAR F1 este construit în cooperare cu un institut de cercetări al Academiei de Științe a U.R.S.S., care a pus la dispoziție mediul activ și lampa de excitare, restul fiind construit exclusiv în

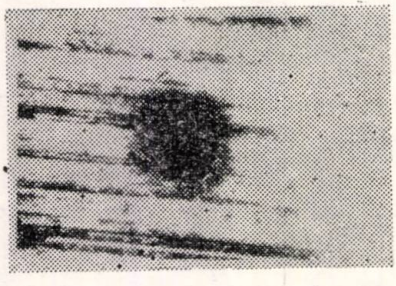


Fig. 1 Gaură străpunsă în oțel 0SC 10, cu energie laser 5 J în regim relaxat. Diametrul găurii 0,24 mm. Se observă zona afectată termic lată de circa 40 m.

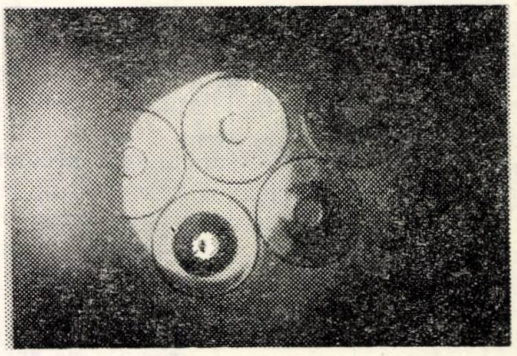


Fig. 2 Găuri străpunse în rubin și safir (cu instalația Neodim 15 de la A.E.M. Timișoara) diametru 0,38 mm.

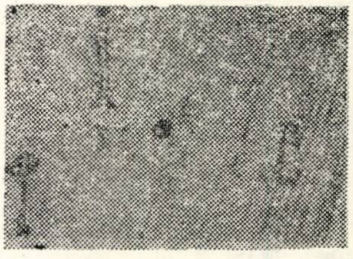


Fig. 3 Gaură străpunsă ∅7 μm, în tablă de Al, de grosime 100 μm, realizată cu laserul SOLAR F1 energie laser 5.10^{-3}J, regim TEM_{00} (IFTAR).

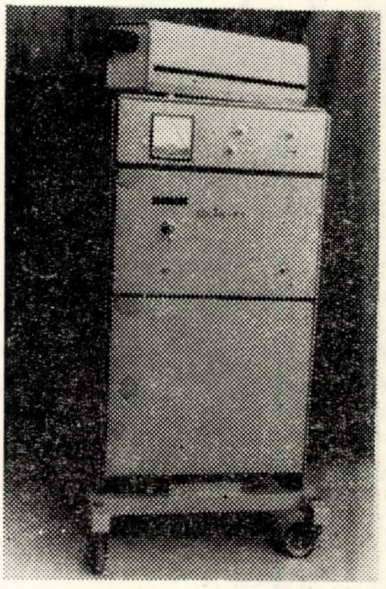


Fig. 4 Aspect al laserului SOLAR Fl. Instrumentul de pe panou este etalonat direct în unități de energie de pompaj (sculă liniară). Cele două butoane reglează energia de pompaj și frecvența de repetiție.

secția Laseri. Rezultatele obținute fac ca acest laser să fie apreciat pe plan internațional (expoziția NAUKA '83 de la Moscova). În 1984 va fi expus la TIB '84 și la o expoziție internațională la Plovdiv (R. P. Bulgaria).

Laseri cu CO_2, de putere medie, pentru prelucrări neconvenționale

Posibilitatea de a se obține puteri de zeci și sute de watti, în regim continuu, precum și randamentul de conversie a energiei electrice, în energie laser, de pînă la 20 %, au făcut ca laserul cu CO_2 să devină, la scurt timp de la apariție, foarte interesant pentru domeniul prelucrării materialelor.

Laserul cu CO_2 folosește ca mediu activ un amestec gazos format din bioxid de carbon (CO_2), azot (N_2) și heliu (He), pompat prin descărcare electrică luminiscentă.

Un aspect important în funcționarea laserilor cu CO_2 este menținerea la o temperatură scăzută a amestecului gazos, deoarece — în caz contrar, fenomenul de populare termică a nivelului laser inferior devine semnificativ și reduce, sau chiar anulează efectul laser. Fenomenul se face simțit dacă temperatura amestecului depășește (150÷200)°C. Răcirea mediului activ laser se face, în laserii de tip convențional, prin difuzia la peretele răcit al tubului de descărcare. Din acest punct de vedere, heliul are un rol esențial, deoarece moleculele sale avînd o mare mobilitate preiau și transportă la perete căldura degajată, cu mare eficiență.

În ceea ce privește puterea maximă emisă de laserii cu CO_2, cu descărcarea conținută în tuburi lungi, s-a demonstrat că aceasta este proporțională cu lungimea descărcării electrice și nu depinde de alți parametri ca diametrul tubului, presiunea gazului etc. Valoarea ei se situează între 40—60 W/m.

Un ultim aspect pe care-l vom aminti, în legătură cu funcționarea laserilor cu CO_2, este cel al evoluției compoziției chimice a amestecului de gaze. În timpul funcționării, în urma ciocnirilor cu electronii, speciile moleculare prezente în descărcarea electrică se disociază și se reasociază ducînd la apariția unui chimism foarte complicat. Totuși fenomenul cel mai important îl constituie disocierea moleculei de CO_2 după reacția :

$$CO_2 \rightleftarrows CO + 1/2\ O_2$$

Reacția este reversibilă, dar nu total. Ca rezultat, proporția CO_2 în amestec scade și cu aceasta și eficiența laserului.

Problema admite două soluții :

a) micșorarea gradului de ireversibilitate al reacției de mai sus ;

b) înlocuirea permanentă a gazului în descărcare.

Aplicarea soluției **a**), evident preferabil, a dus la realizarea unor laseri închiși (sealed-off), care funcționează timp de mii de ore fără schimbarea amestecului de gaze. Din nefericire, soluția este aplicabilă numai la laseri cu puteri pînă la 100 W.

Soluția **b**), deși mai complicată sub aspectul echipamentului tehnic (sursă de gaze, pompă de vid, etc.), permite realizarea unor laseri de pînă la 1 kW. Peste această putere, lungimea rezonatorului optic devine excesivă și se preferă soluția laserului cu transport de gaz prezentată în capitolul următor.

Cele expuse acum constituie și un sistem de coordonate pentru situarea realizărilor obținute în acest domeniu, în cadrul secției Laseri din I.F.T.A.R. pînă în prezent și care prezintă interes pentru prelucrarea materialelor.

Mai întîi, în domeniul de jos al puterilor, se situează familia de laseri închiși, care cuprinde laseri avînd puteri de ieșire de 25, 35, respectiv 100 W.

Tubul laser are, constructiv, aceeași formă pentru toate tipurile, diferența esențială constînd în lungimea sa.

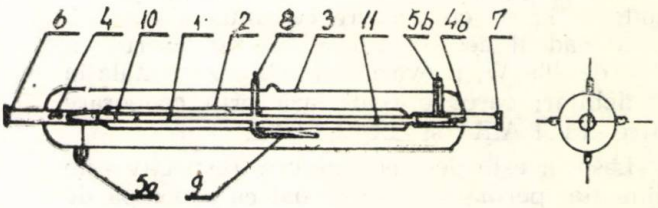


Fig. 5 Secțiune printr-un tub laser cu CO_2 închis.

În figura 5 se prezintă în secțiune un tub de laser închis. Întreaga construcție este realizată din sticlă termorezistentă, tip Pyrex și se compune din 3 tuburi concentrice. Tubul interior **1** adăpostește descărcarea electrică care se produce între anodul central 3 și cei doi catozi **5 a** și **5 b**. Tubul de descărcare este răcit cu apă care pătrunde prin oliva **10**, străbate spațiul între tubul **1** și tubul 2 și iese prin oliva **11**. Spațiul dintre tubul 2 și tubul 3 constituie rezervorul tampon de gaz și care se află în comunicație cu tubul de descărcare prin găurile practicate în secțiunile terminale **4 a** și **4 b** ale tubului central și serpentina **9**. În timpul funcționării se produce o circulație lentă de gaz între tubul de descărcare și volumul tampon.

Rezonatorul optic este format din oglinda de capăt **7**, din cuarț, și acoperită cu aur și din oglinda de cuplaj **6** din germaniu, care are o transmisie de 15÷20 %. Oglinzile sînt lipite pe tubul laser, alinierea lor făcîndu-se la fabricarea tubului.

Fasciculul de ieșire al acestor laseri are o structură TEM_{00}, cu o divergență mai mică de 5 mrad. Timpul de viață, considerat ca timpul

în care puterea emisă scade la 50% din valoarea inițială, este de circa 2000 ore.

Vom da în continuare aplicații realizate și potențiale ale acestor laseri.

Laseri de 25 și 35 W sînt folosiți la I.P.E.E. Curtea de Argeș, pentru tăierea suportului de alumină sinterizată al rezistențelor cu peliculă metalică în producția curentă.

Laserul de 35 W intră în componența unui bisturiu laser cu CO_2, destinat utilizării în chirurgia generală, neurochirurgie, O.R.L. etc.

Laseri de 100 W se utilizează la Institutul politehnic Cluj-Napoca, pentru fabricarea unor termistori de mare sensibilitate, iar la Institutul politehnic București — pentru tragerea de fibre optice din baghete de sticlă.

Operații posibil a fi realizate cu acești laseri sînt tăierea de materiale diverse ca: table subțiri, lemn, hîrtie, materiale plastice, ceramică, sticlă, textile, piele naturală și artificială etc., diverse prelucrări prin încălzire, topire, sau vaporizare, pe zone reduse și bine controlate.

După cum s-a spus mai sus, realizarea de laseri închiși, peste 100 W, este dificilă preferîndu-se laseri cu curgere continuă a gazului.

În cadrul acestui tip se înscrie laserul cu CO_2, de 400 W, prevăzut să echipeze instalația de debitări care se realizează prin cooperare între I.F.T.A.R. și I.C.P.T.C.M.

Laserul este deci cu curgere, respectiv este alimentat permanent și evacuat cu o pompă de vid. Descărcarea electrică este cuprinsă în 4 tuburi paralele și apare între un anod central și doi catozi situați la extremitățile tubului. Lungimea totală a mediului activ (descărcării) este de circa 8 m.

Fasciculul laser este trecut dintr-un tub în altul, cu ajutorul a cîte 2 oglinzi așezate la 45^0 față de axul tubului. Rezonatorul optic este constituit din oglinzile de capăt și oglinda de cuplaj O_8, respectiv O_1, figura 6.

Dispunerea mediului activ laser în 4 tuburi paralele prezintă avantajul realizării unei structuri mecanice stabile și compacte.

În afara scopului inițial pentru care a fost realizat (respectiv echiparea instalației de debitare), aplicațiile posibile pentru acest laser cuprind operații ca sudura de table cu grosimi de pînă la circa 1 mm, tratamente termice de durificare, tăierea de materiale diverse etc.

Dorim să subliniem, în încheierea acestui capitol, că, de cele mai multe ori, utilizarea laserului pentru rezolvarea unei probleme comportă particularități specifice, care fac necesară cooperarea strînsă între producătorul și beneficiarul laserului.

Laseri cu CO_2 de mare putere, cu transport de gaz, și folosirea lor în prelucrări neconvenționale

În general laserii cu CO_2 de tip convențional au o putere maximă de (500÷600) W. Depășirea acestei limite de putere ar duce la depășirea exagerată a gabaritului, ceea ce i-ar face foarte greu utilizabili, din punct de vedere practic. Pentru puteri mai mari ca 500 W, se folosesc laseri cu CO_2 cu transport de gaz. Acest tip de laseri se caracterizează printr-un volum relativ mic (de ordinul m^3) și putere laser mare (uzual pînă la 10 kW). Principiul de funcționare este ilustrat în figura 7.

Instalația se compune, în principiu, dintr-o incintă tip tunel aerodinamic, în care se amplasează sistemul de electrozi, un ventilator de debit mare și un schimbător de căldură.

Amestecul de gaze CO_2—N_2—He traversează descărcarea electrică cu o viteză de (20÷40) m/s și apoi este răcit în schimbătorul de căldură. Pe acest principiu, s-au construit laseri industriali de diferite puteri, acoperind o gamă între 1 și 10 kW. Enumerăm caracteristicile principale ale unui laser industrial de

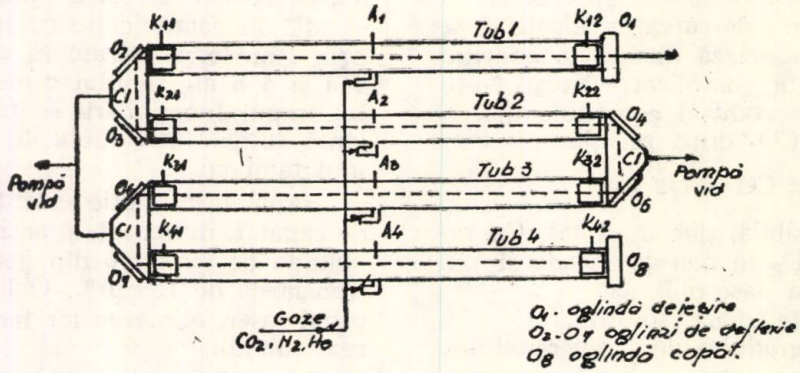


Fig. 6 Schema de principiu a laserului cu CO_2 de 400 W cu 4 tuburi de descărcare paralele.

putere 2 kW :
masă : 2000 kg ;
gabarit : 1,8×1,5×1,5 m^3 ;
putere instalată de la rețea : 40 kW ;
stabilitate a puterii laser : ±5%.

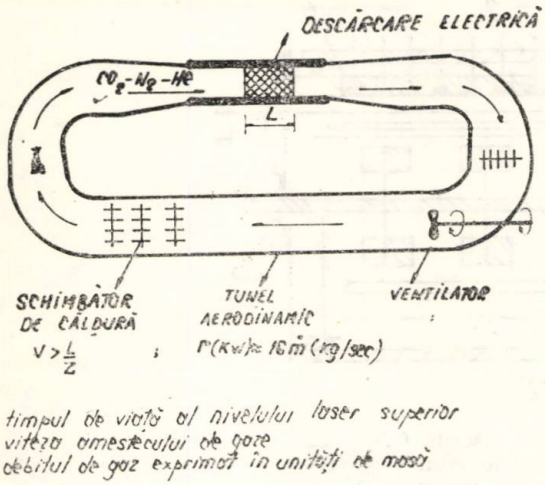


Fig. 7 Reprezentarea schematică a laserului CO_2 cu transport de gaz.

Deoarece în aplicații industriale interesează și costul investiției putem menționa că prețul este în funcție de puterea laser-aproximativ 100$/watt.

Considerînd că volumul și greutatea, mari ale acestor laseri (precum și prețul) constituie un inconvenient în folosirea lor industrială pe scară largă, în I.F.T.A.R. — secția Laseri, am dezvoltat un tip de laser cu transport de gaz, de volum și greutate reduse. Schema de principiu este prezentată în figura 8 și figura 9 (secțiune transversală și longitudinală).

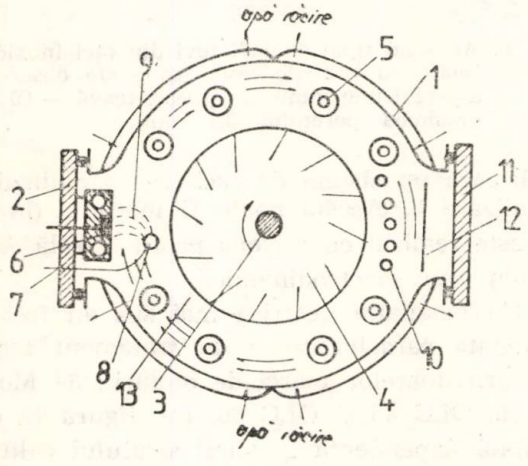


Fig. 8 Secțiune trnsversală prin laserul CO_2 cu transport de gaz cu geometrie cilindrică :
1 — cilindru metalic 44 cm ; L = 1400 mm; 2 — placă metalică; 3 — ax rotitor; 4 — ventilator; 5 — schimbător de căldură; 6 — ansamblu anod; 7 — anod auxiliar; 8 — catod; 9 — descărcare electrică; 10 — țevi cupru; 11, 12, 13 — placă metalică.

În figura 10 este arătată imaginea de ansamblu a acestui laser, cuprins într-o instalație de tăiere cu laser. Dimensiunile de gabarit ale laserului sînt :

diametru : 500 mm ;
lungime : 1600 mm ;
masa aproximativ : 150 kg.

Puterea laser este de 1100 W, iar fasciculul laser multimod, cu o secțiune de 28×22 mm^2. Sursa de alimentare electrică servește și ca suport al laserului obținîndu-se atfel o suprafață ocupată de valoare minimă.

De menționat că, la acest model de laser cu transport de gaz circulația rapidă a amestecului de gaze nu se mai face într-un tunel aerodinamic, ci de-a lungul circumferinței unui cilindru metalic lung (fig. 8). Amestecul de gaze este antrenat de către un sistem de ventilatoare montate pe un ax central (fig. 9).

Răcirea amestecului de gaze se face la pereții cilindrului metalic și prin intermediul unor schimbători de căldură amplasați de-a lungul cilindrului laser. Descărcarea electrică este de tip transversal și este paralelă cu generatoarea cilindrului.

Viteza de rotație a ventilatoarelor este de 1500 rot/min.

În continuare, prezentăm unele rezultate experimentale referitoare la prelucrări neconvenționale obținute cu acest laser. Rezultatele referitoare la tăierea oțelului inoxidabil sînt prezentate în diagramele din figurile 11. S-au realizat tăieri pe țevi din oțel inoxidabil, cu grosimea peretelui între 1,5 și 5 mm. Pentru 1,6 mm grosime s-a obținut o viteză de tăiere de 5 cm/s, la o putere de 700 W, iar pentru 5 mm grosime aproximativ 1 cm/s, la aceeași putere. Aspectul tipic al unei țevi din oțel inoxidabil tăiate cu radiație laser este arătat în figura 12. Se observă, de asemenea, și lățimea unei fante tăiate cu laser în țeava din oțel inoxidabil.

O foarte largă folosire au căpătat-o laserii de putere în domeniul tratamentului termic. Schema de principiu a unei instalații de tratament termic cu laser este prezentată în figura 13.

Radiația laser este deviată în plan vertical de către oglinda 2 și focalizată de oglinda 3 pe piesa ce urmează să fie călită. Prin deplasarea piesei în cîmpul de radiație laser, se obține călirea acesteia. Pentru o bună absorbție a radiației laser, piesele supuse tratamentului termic se acoperă cu o substanță absor-

bantă (grafit coloidal sau fosfat de mangan). Pentru răcire nu este necesar lichid, deoarece are loc răcirea în masă proprie. Grosimea stratului călit este controlabilă pe o adîncime (0,1÷1) mm. Lățimea benzii călite este egală cu aceea a diametrului fasciculului laser focalizat pe piesă. Pentru obținerea unor benzi călite de lățime mai mare decît (2÷4) mm, se

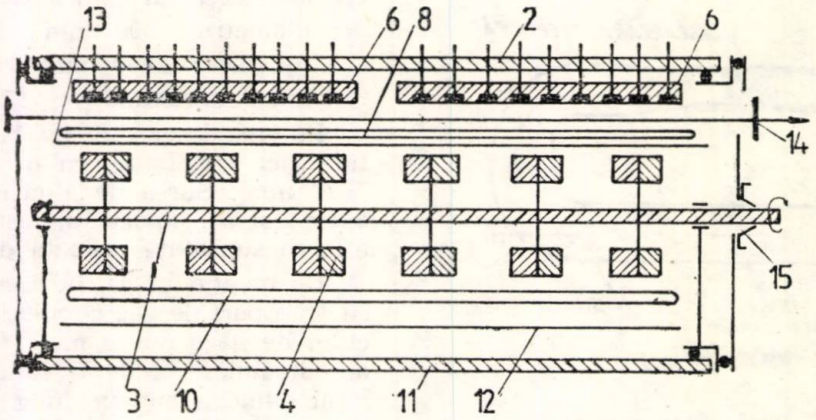


Fig. 9 Secțiune longitudinală prin laserul CO_2 cu transport de gaz cu geometrie cilindrică (1—13), aceleași elemente ca în figura 2; 14 — oglindă de extragere a puterii laser; 15 — semering.

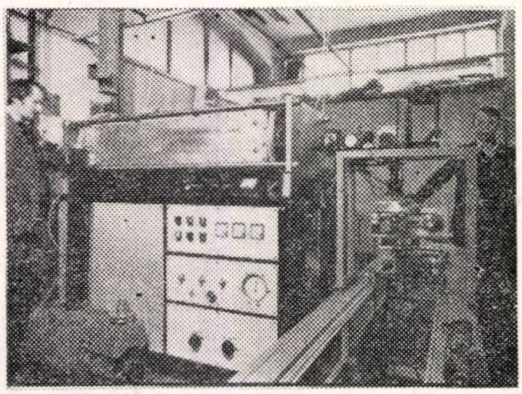


Fig. 10 Fotografie a laserului CO_2 cu transport de gaz în geometrie cilindrică.

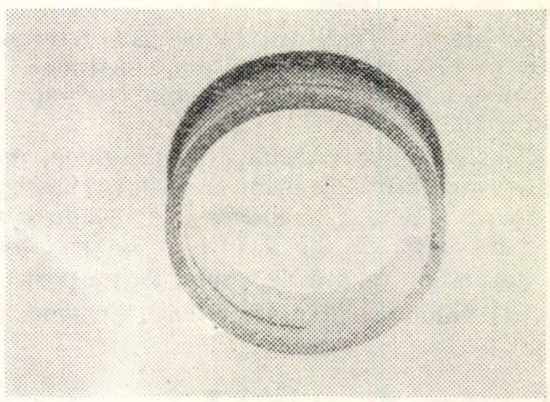


Fig. 12 Aspectul tipic al unei țevi din oțel inoxidabil tăiată cu radiație laser (se poate observa și aspectul unei fante în aceeași țeavă — 60 mm, grosimea peretului 3,5 mm).

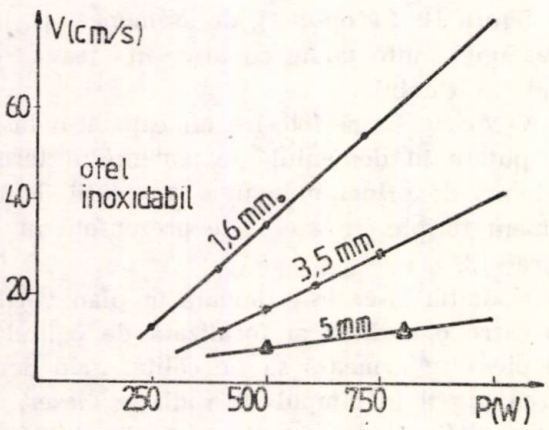


Fig. 11 Dependența vitezei de tăiere în funcție de puterea laser pentru diverse grosimi ale materialului — oțel inoxidabil.

utilizează un sistem de oscilare a oglinzii de focalizare **3.** Acesta poate fi mecanic (în fig. 13 este realizat cu o camă profil spirală Arhimede) sau electrodinamic.

Cu instalația descrisă mai sus au fost investigate caracteristicile de tratament termic ale următoarelor mărci de oțeluri : 34 Mo Cr Ni 15, OLC 45 și OLC 60. În figura 14 este arătată dependența grosimii stratului călit, în funcție de putere laser. Se observă că la aceeași putere laser, adîncimea de tratament termic este mai mare în cazul oțelului carbon, decît în cazul celui aliat. Grosimea stratului călit este limitată de apariția zonelor de topire la suprafața piesei.

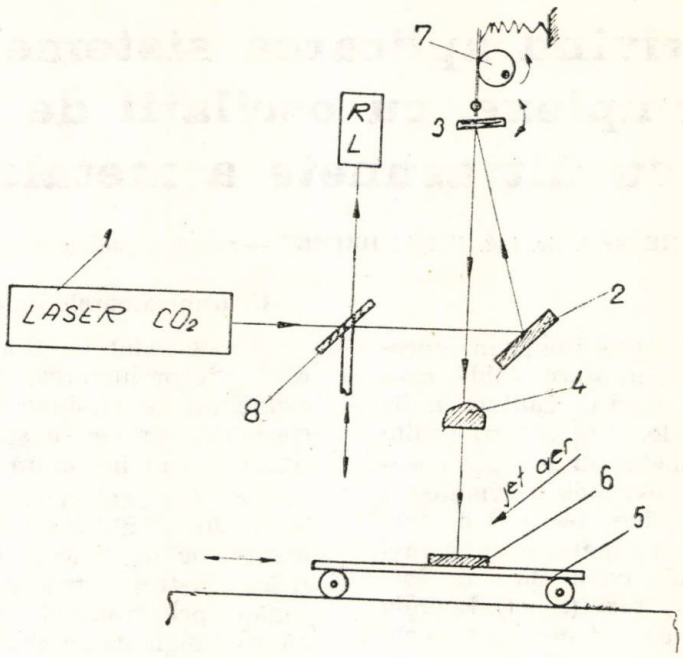


Fig. 13 Schema de principiu a instalației de tratament termic cu laser:
1 — laser CO_2; 2 — oglindă cupru cu $R = \infty$; oglindă cupru cu R = 1,5 m ; 4 — lentilă KC1 cu f = 200 mm; 5 — masă mobilă; 6 — piesă supusă tratamentului termic; 7 — camă cu profil „spirala Arhimede ; 8 — obturator cu oglindă; (RL) — radiometru laser.

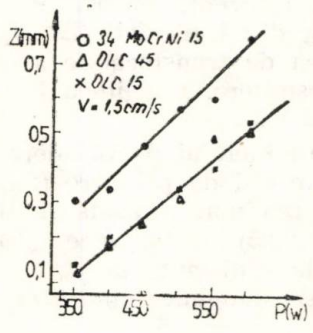


Fig. 14 Grosimea stratului călit funcție de puterea laser pentru trei mărci de oțel; viteza de deplasare 1,5 cm/s; spot laser circular; lățimea benzii călite: 2,5 mm.

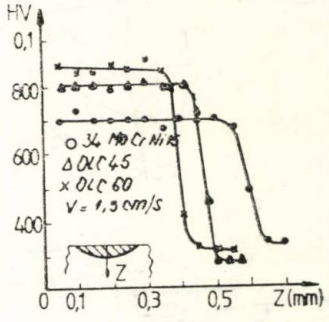


Fig. 15 Duritatea în profunzimea stratului călit pentru trei mărci de oțel: 34 Mo Cr Ni 15, OLC 45 și OLC 60.

În diagramele din figura 15 observăm obținerea unor durități de peste 800 HV_0, în cazul oțelului OLC 60. Pentru cele 3 oțeluri prezentate, duritatea crește cu procentul de carbon al fiecărei mărci de oțel.

Avantajul tratamentului termic cu laser constă în următoarele : nu mai este nevoie de rectificare după călire, deformare practic este minimă, nu este nevoie de lichid de răcire, se pot căli suprafețe cu geometrii complicate, sau numai anumite porțiuni de suprafață, procesul poate fi automatizat, este o tehnologie de mare productivitate.

În încheiere, menționăm că — în funcție — de solicitările concrete ale industriei, în viitorul apropiat, vom putea mări puterile maxime ale acestor laseri realizînd o tipizare după putere a lor în gamele : 1 kW, 2,5 kW, 5 kW. Aceasta va permite o diversificare a aplicațiilor în prelucrări neconvenționale.

CZ : 621.9:534.321.9

Cercetări privind aplicarea sistemelor oscilante complexe, cu oscilații de torsiune, la sudarea cu ultrasunete a metalelor

Dr. ing. Florin **DUMITRACHE**, prof. dr. ing. Dolphi **DRIMER** — Institutul politehic București

Introducere

Sudarea cu ultrasunete este unul din procedeele moderne de sudare, în stare solidă, care permite obținerea unor suduri de calitate la diferite combinații de metale. Pentru a transmite la locul de îmbinare a metalelor energia necesară sudării, se folosesc sistemele oscilante cu oscilații longitudinale, de încovoiere și de torsiune [1, 2]. În prezent au căpătat o largă răspîndire sistemele oscilante cu oscilații de torsiune, provocate într-un ventru (fig. 1). Energia ultrasonoră se transmite de la transductor, prin partea de lucru a sistemului oscilant, la scula de sudare.

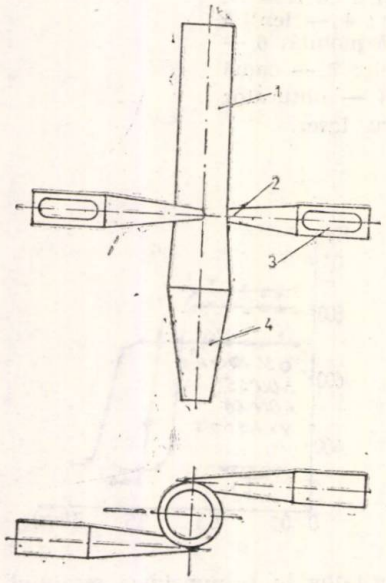


Fig. 1 Sistem oscilant complex cu oscilații de torsiune.
1 — elementul de torsiune ; 2 — concentrator de oscilații longitudinale ; 3 — transductor ; 4 — concentratorul oscilațiilor de torsiune.

Lucrarea își propune să prezinte modul de calcul dimensional și soluția constructivă a sistemelor oscilante complexe, cu oscilații de torsiune, pentru sudarea inelară a metalelor.

La proiectarea sistemelor oscilante sînt necesare următoarele mărimi : diametrul de ieșire la transductor și frecvența lui de rezonanță, diametrul de ieșire al sistemului oscilant (diametrul sau forma sculei de sudare).

Concentratoarele de oscilații longitudinale

Acestea sînt de tipul conic-cilindric, deoarece atît prelucrarea, cît și îmbinarea lor cu elementul de torsiune se face ușor. Lungimea concentratoarelor se stabilește cu relațiile recomandate de literatură [3].

Una din problemele importante de rezolvat o constituie îmbinarea concentratoarelor cu elementul de torsiune al sistemului oscilant. Pot fi folosite trei metode de îmbinare (fig. 2) : prin sudare, prin lipire și cu șuruburi. Se recomandă ca lungimea îmbinării să nu depășească o pătrime din circumferința elementului de torsiune, iar lățimea se alege (0,05—0,1) λ_t.

La toate cele trei metode utilizate, este necesar ca îmbinarea să asigure o rigiditate și o rezistență corespunzătoare, deoarece tocmai această îmbinare constituie un concentrator de tensiuni.

Elementul de torsiune

Cel mai frecvent, elementul de torsiune este alcătuit din trei părți (fig. 3) : partea de prindere, cea de transformare a oscilațiilor și cea de transmitere. Lungimea lui se alege de obicei $3\,\lambda_t/2$.

Diametrul inelului de prindere se alege în funcție de modul de prindere (fig. 4), varianta b, fiind cea mai utilizată. Lățimea lui se alege $(0{,}03 \div 0{,}05)\,\lambda_t$ și este dispus într-un nod, adică la o distanță de $\lambda_t/4$ de la capăt, unde λ_t este lungimea undei de torsiune și are expresia :

$$\lambda_t = \frac{2\pi C_t}{\omega} = \frac{C_t}{f}, \qquad (1)$$

în care :

$\omega = 2\pi f$ — viteza unghiulară ;
f — frecvența oscilațiilor de torsiune ;
C_t — viteza de propagare a undelor ultraacustice de torsiune ;

$$C_t = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} ; \quad \mu = \frac{E}{2(1+\gamma)} ; \qquad (2)$$

E — modulul de elasticitate ;
λ — constanta lui Poisson.

Elementul de torsiune trebuie să aibă dimensiunile transversale suficient de mari, pen-

tru a se putea realiza îmbinarea concentratorului de oscilații longitudinale, cu elementul de torsiune cu o rezistență corespunzătoare, dar mărirea dimensiunilor peste o anumită valoare critică duce la apariția oscilațiilor parazite. Aceasta se poate înlătura prin subțiere peretelui elementului de torsiune, pînă la o anumită valoare. Dimensiunile transversale ale elementului de torsiune pot fi limitate cu ajutorul a doi coeficienți adimensionali K_1 și K_2:

$$K_1 = \frac{R_z \cdot h}{\lambda_t^2}; \quad K_2 = \frac{h}{R_z} \tag{3}$$

în care :

R_z — raza de inerție redusă ;

h — grosimea peretelui elementului de torsiune ;

$$R_z = \sqrt{r_2^4 - r_1^4}; \tag{4}$$

r_2 — raza exterioară ;

r_1 — raza interioară.

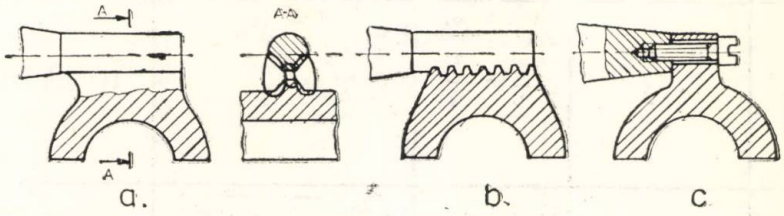


Fig. 2 Metode de îmbinare a concentratoarelor de oscilații longitudinale cu elementul de torsiune.
a – prin sudare; b – prin lipire ; c – cu șuruburi.

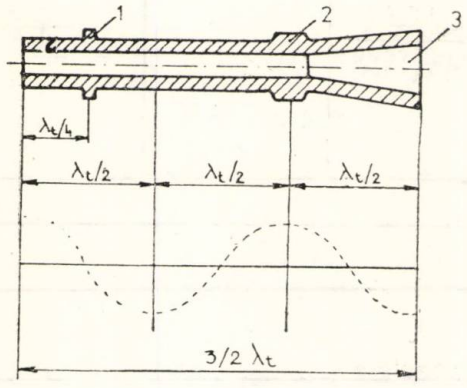


Fig. 3 Elementul de torsiune.
1 – partea de prindere ; 2 – partea de transformare a oscilațiilor ; 3 – partea de transmitere a oscilațiilor.

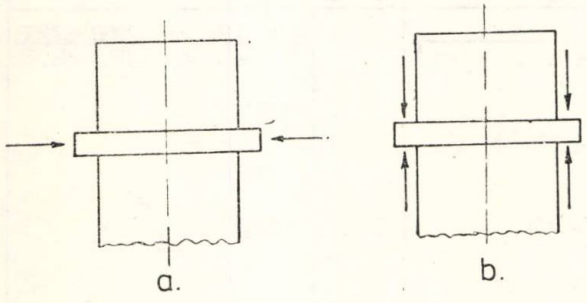


Fig. 4 Metode de prindere a sistemului oscilant.
a – lateral ; b – frontal.

În figura 5 este reprezentată dependența între modul de oscilație al elementului de torsiune și dimensiunile lui geometrice.

Îmbinarea elementului de torsiune cu concentratorul de torsiune se poate realiza prin sudare, lipire (cel mai bine cu suprafețe zimțate) și cu șuruburi (fig. 6). Pentru puteri mari se recomandă, însă, ca elementul de torsiune și concentratorul de torsiune să fie realizate dintr-o bucată, sudate sau lipite.

Concentratorul de torsiune

Concentratorul de torsiune, de lungime $\lambda_t/2$, servește pentru concentrarea energiei la locul de sudare și la mărirea oscilațiilor. Calculul lor este analog cu cel pentru oscilații longitudinale [3].

Funcția care descrie variația lui R_z^2 se alege sub forma :

$$R_z^2 = R_{z0}^2 \frac{pe^{\nu x} + qe^{-\nu x}}{p+q} \tag{5}$$

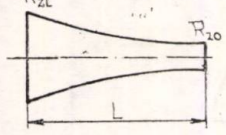
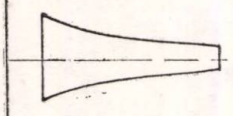
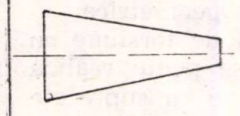
unde :

$$\nu^2 = \frac{|R_z^2|''}{R_z^2} \tag{6}$$

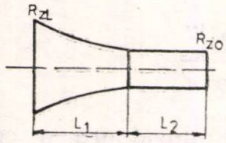
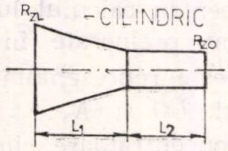
Printr-o alegere corespunzătoare a coeficienților p și q se obțin expresiile pentru funcția R_z^2, la tipurile de bază ale concentratoarelor de torsiune : exponențial, catenoidal și conic [3]. Valorile coeficienților p și q din relația (5) și formulele pentru calculul lungimii concentratoarelor sînt prelucrate în tabelul 1, iar în figura 7 este reprezentată dependența dintre raportul L/λ și N.

În afară de aceste concentratoare simple, la sudare se folosesc și concentratoare complexe, alcătuite dintr-o parte cu secțiunea

TABELUL 1 - RELAȚII DE CALCUL PENTRU CONCENTRATOARELE DE BAZĂ

TIPUL DE CONCENTRATOR	VALORILE COEFICIENȚILOR p și q	PROFILUL LUI R_{zx}	LUNGIMEA L	COEFICIENTUL DE AMPLIFICARE A OSCILAȚIILOR DE TORSIUNE M_α	COEFICIENTUL DE AMPLIFICARE A OSCILAȚIILOR DE TORSIUNE M
R_{zL} EXPONENTIAL 	$q=0$	$R_{zx}^2 = R_{zo}^2 e^{\nu x}$ $\nu = \frac{1}{L}\ln\frac{R_{zL}^2}{R_{zo}^2}$	$L = \frac{c_t}{2\pi f}\sqrt{\pi^2 + \ln^2 N}$ $H = \frac{R_{zL}^2}{R_{zo}^2}$	$M_\alpha = M$	$M = \lvert H\rvert^{\frac{1}{2}}$
CATENOIDAL 	$p=q$	$R_{zx}^2 = R_{zo}^2 \operatorname{ch}\nu x$ $\nu = \frac{1}{L}\operatorname{arcch}\frac{R_{zL}^2}{R_{zo}^2}$	$L = \frac{c_t}{2\pi f}\sqrt{(k'\ell)^2 + \lvert\operatorname{arcch} H\rvert^2}$ unde $k'\ell$ este rădăcina ecuației $k'\ell + \operatorname{tg} k'\ell = -\operatorname{arcch} H\sqrt{\frac{1}{H^2}-1}$	$M_\alpha = \frac{M}{\cos k'\ell}$ $M_\alpha > M$	$M = \frac{\lvert H\rvert^{\frac{1}{2}}}{\cos k'\ell}$ $M > \lvert H\rvert^{\frac{1}{2}}$
CONIC 	$p = N - e^{-\nu L}$ $q = -(N - e^{-\nu L})$ unde $H = \frac{R_{zL}^2}{R_{zo}^2}$	$R_{zx}^2 = R_{zo}^2\left[1+(N-1)\frac{x}{L}\right]^2$	$\operatorname{tg}\frac{2\pi f}{c_t}\cdot L = \frac{(N-1)^2\frac{2\pi f}{c_t}L}{N\left(\frac{2\pi f}{c_t}\right)^2 L^2 + (N-1)^2}$	$M_\alpha < N$ $M_{\alpha\,max} = 4{,}5$	$M < \lvert H\rvert^{\frac{1}{2}}$

TABELUL 2 - Relații de calcul pentru concentratoarele complexe

TIPUL DE CONCENTRATOR	RELAȚIA ÎNTRE LUNGIMILE PĂRȚILOR COMPONENTE	COEFICIENTUL DE AMPLIFICARE M_α	KL_1 PENTRU $M_{\alpha\,max}$	LUNGIMEA L_2 PENTRU KL_1 OPTIM
CATENOIDAL - - CILINDRIC 	$\operatorname{tg} KL_2 = \frac{1}{KL_1}\cdot\frac{T + K'L_1\cdot\operatorname{tg}K'L_1}{T\operatorname{tg}K'L_1 - K'L_1} - 1$ unde: $T = \sqrt{1-\frac{1}{N^2}}\operatorname{arcch} N$; $K' = \sqrt{K^2-\gamma^2}$, $K = \frac{\omega}{c_1} = \frac{2\pi}{\lambda_t}$, $N = \frac{R_{zL}^2}{R_{zo}^2}$, $\gamma = \frac{1}{L_1}\operatorname{arcch} N$	$\frac{N}{\cos KL_2\cos K'L_1 - \frac{K}{K'}\sin KL_2\sin K'L_1}$ $M_\alpha > N$	$\approx 2{,}35$	$\operatorname{tg} KL = \frac{AB\operatorname{arcch} N + 2{,}35B^2\operatorname{tg}(2{,}35B)}{A\operatorname{arcch} N\operatorname{tg}(2{,}35B) - 2{,}35B}$ unde $A = \sqrt{1-\frac{1}{N^2}}$ $B = \sqrt{1-\left(\frac{\operatorname{arcch} N}{2{,}35}\right)^2}$
EXPONENTIAL - - CILINDRIC 	$\operatorname{tg} KL_2 = \frac{KL_1}{\ln N - K'L_1\cdot\operatorname{ctg}K'L_1}$ unde: $K' = \sqrt{K^2-B^2}$ $B = \frac{1}{L_1}\ln N$	$\frac{NK'L_1}{C\cos KL_2 - KL_1\sin KL_2\sin K'L_1}$ unde $C = \ln N\sin K'L_1 + K'L_1\cos K'L_1$ $M_\alpha > N$	≈ 2	$\operatorname{tg} KL_2 = \frac{2}{\ln N\sqrt{4-\ln^2 N}\operatorname{ctg}\sqrt{4-\ln^2 N}}$

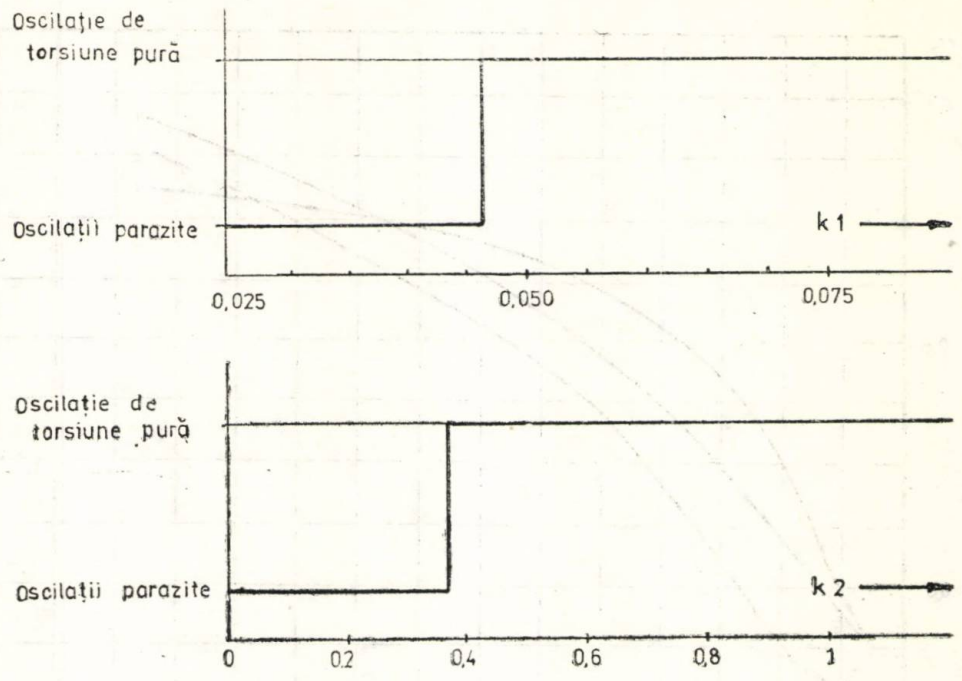


Fig. 5 Dependența între modul de oscilație a elementului de torsiune și dimensiunile lui geometrice.

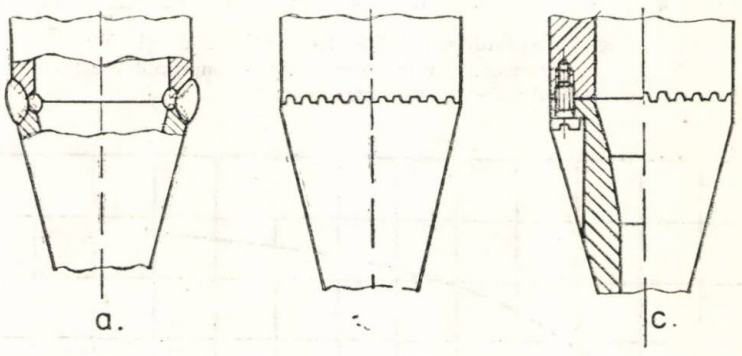


Fig. 6 Metode de îmbinare a elementului de torsiune cu concentratorul oscilațiilor de torsiune.
a – prin sudare ; b – prin lipire ; c – cu șuruburi.

variabilă și o parte cilindrică, putîndu-se obține coeficienți de amplificare mult mai mari.

Relațiile de calcul pentru concentratoarele complexe sînt prelucrate în tabelul 2 și în figura 8.

Sistemul oscilant complex cu oscilații de torsiune

În figura 9 se arată construcția sistemului oscilant complex, cu oscilații de torsiune, determinată după indicațiile prezentate în lucrare. Sistemul oscilant lucrează la frecvența de rezonanță 21,5 kHz și poate fi folosit pentru puteri acustice pînă la 2,5 kW.

Diametrul elementului de torsiune egal cu 32 mm, diametrele concentratorului de torsiune sînt ⌀40/⌀11 mm. Este executat din oțel cu compoziția : 0,32÷0,40% C, 1,50÷1,90% Mn, 0,17÷0,37% Si, 0,20÷0,40% Cr, 0,035% P, 0,035% S. Lungimea de undă $\lambda_t = 154$ mm, coeficienții $K_1 = 0{,}045$ și $K_2 = 0{,}45$. În figurile 10 și 11 este reprezentată geometria concentratorului de oscilații longitudinale și a elementului de torsiune cu concentratorul de torsiune.

Cu sistemul oscilant prezentat s au executat suduri inelare în condiții foarte bune la următoarele combinații de materiale metalice : aluminiu—aluminiu, cupru—cupru, cupru—aluminiu, cupru—bronz, cupru—alamă, cupru—argint.

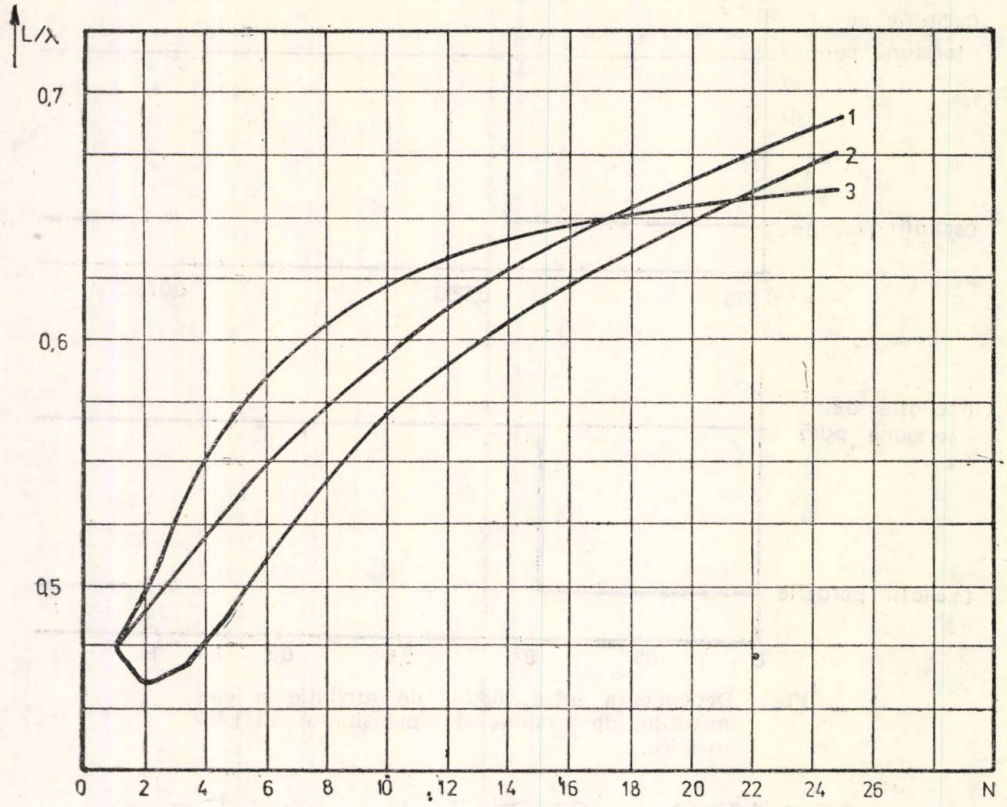


Fig. 7 Dependența între raportul L/λ și N:
1 – concentrator exponențial ; 2 – concentrator catenoidal ; 3 – concentrator conic.

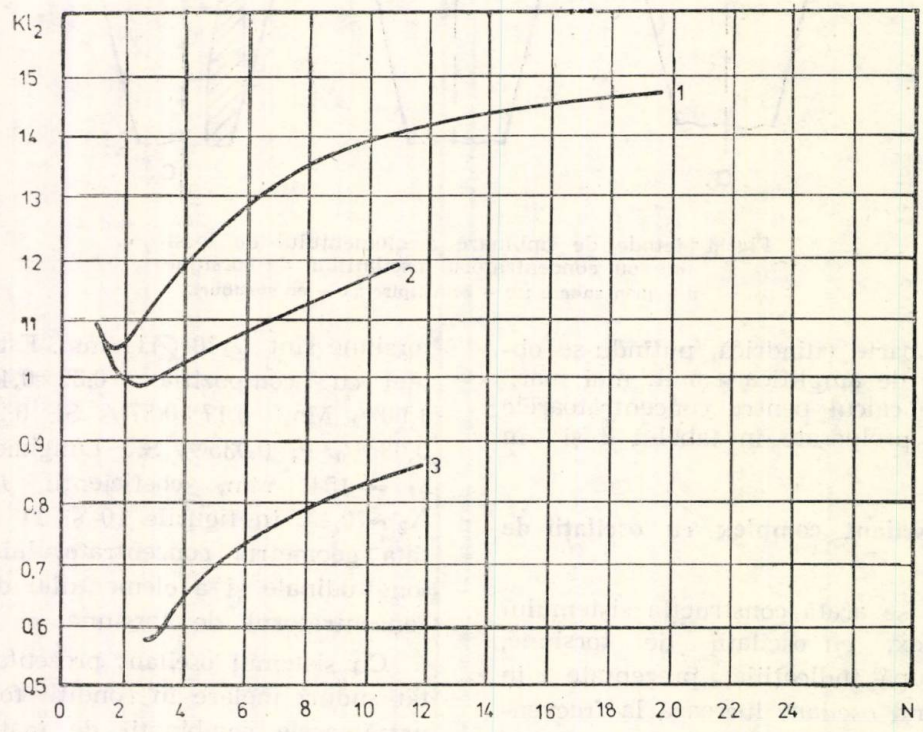


Fig. 8 Dependența între $K_{1,2}$ și N.
1 – concentrator conic-cilindric ; 2 – concentrator exponențial-cilindric ; 3 – concentrator catenoidal-cilindric.

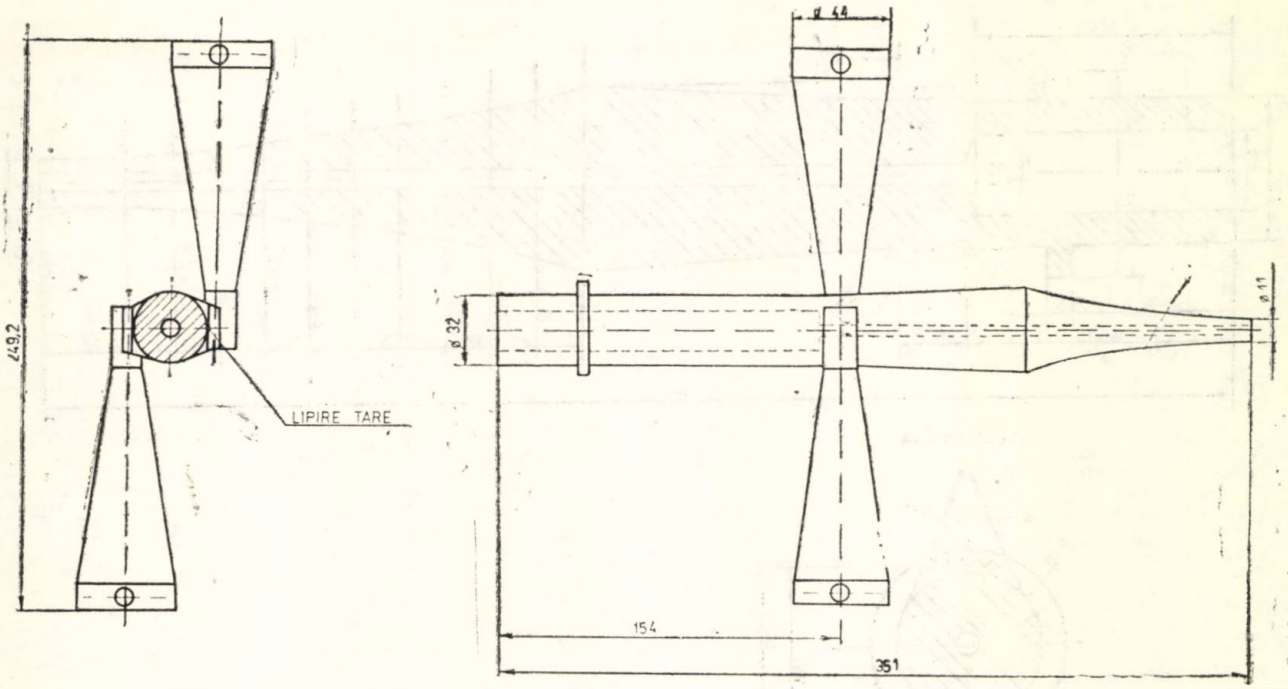


Fig. 9 Geometria sistemului oscilant complex, cu oscilații de torsiune.

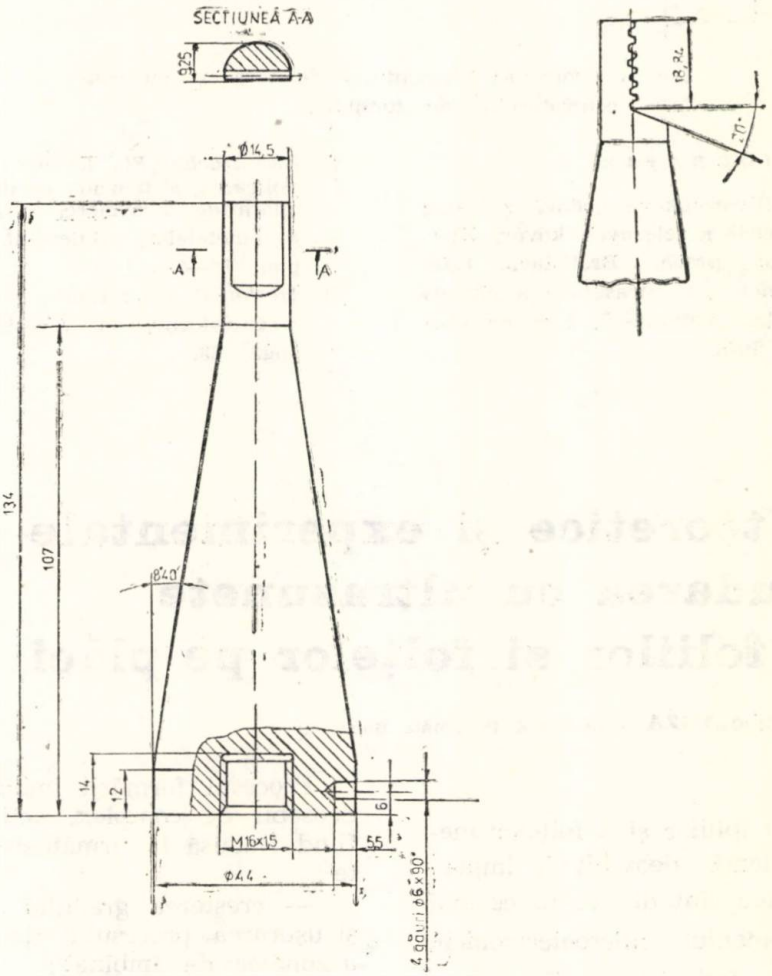


Fig. 10 Geometria concentratorului de oscilații longitudinale.

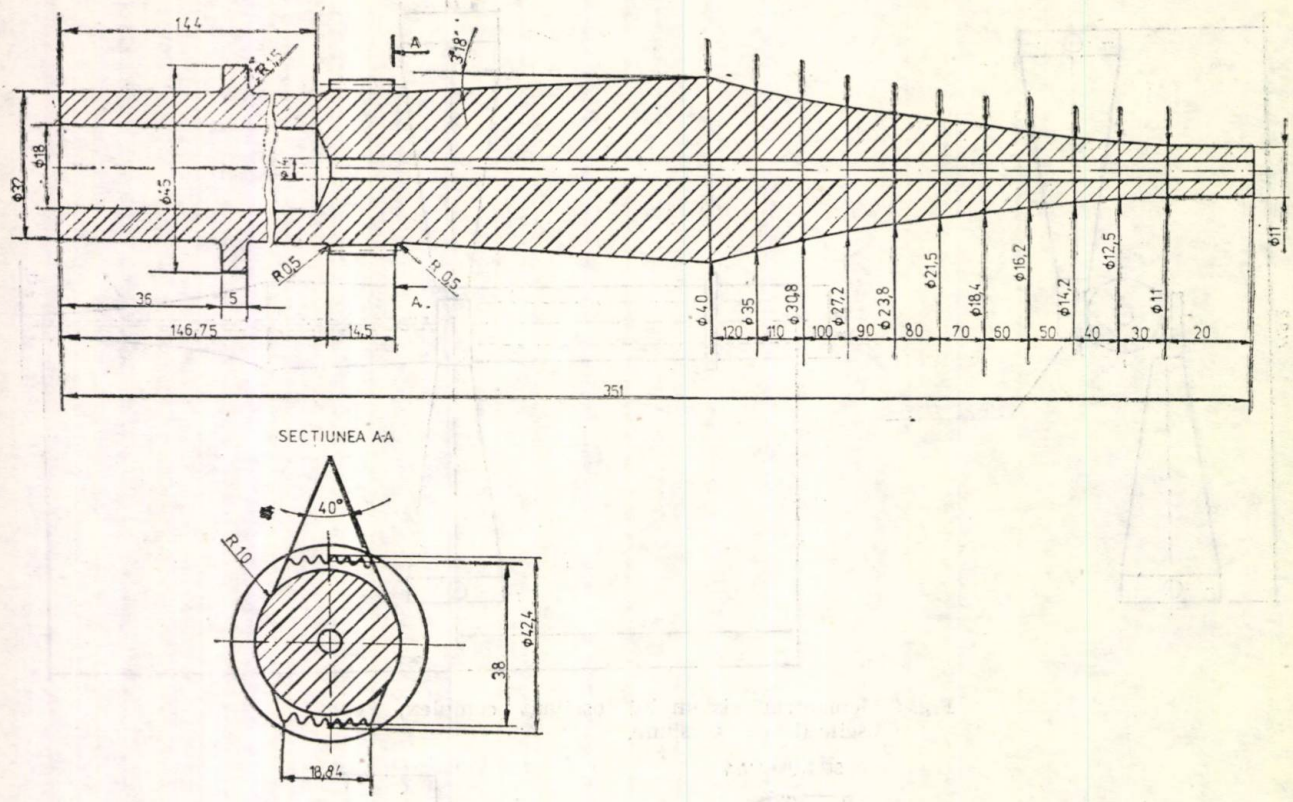


Fig. 11 Geometria elementului de torsiune cu concentratorului de torsiune.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Dumitrache, Fl.:* Ultrazvukové bodové zváranie niektorych kombinacii nezeleznych kovov, Kandidatska dizertaca praca, Bratislava, 1976. „Sudarea prin puncte cu ultrasunete a cîtorva combinații de metale neferoase", teza de doctorat, Bratislava, 1976.

[2] *Dumitrache, Fl., Drimer, D.:* Cercetări privind aplicarea sistemelor oscilante complexe, cu oscilații de încovoiere, la sudarea cu ultrasunete a metalelor, Buletinul I.P.B. nr. 3/1977, pag. 89—94..

[3] *Merkulov, Ch.:* Teoria i rascet sostavnich koncentratorov, in Akustiki jurnal nr. 5/1959, pag. 183.

CZ : 621.9:534.321.9

Cercetări teoretice și experimentale privind sudarea cu ultrasunete a firelor, foliilor și foițelor pe plăci

Șef lucr. dr. ing. Gheorghe **AMZA** – Institutul Politehnic București

Introducere

Sudarea firelor, a foliilor și a foițelor metalice este o problemă deosebit de importantă, deoarece acestea sînt din ce în ce mai mult folosite în domeniul microelectronicii, microelectrotehnicii, industriei alimentare, medicinii și mecanicii fine.

Procesul formării îmbinării sudate este deosebit de complex, acțiunea ultrasunetelor fiind tradusă în următoarele efecte importante :

— creșterea gradului de deformabilitate și ușurarea procesului de deformare plastică a zonelor de îmbinat ;

— absorbția energiei ultrasonore de către microrelieful în contact și încălzirea locală a

acestora la temperaturi mai mari decît temperatura de recristalizare ;

— datorită fenomenului de cavitație, sînt distruse și îndepărtate straturile de oxizi și sînt eliminate gazele din planul de separație ;

— sub acțiunea undelor ultrasonore, se creează condiții favorabile pentru transferarea materialului în micropori, pe seama procesului de autodifuzie și difuzie ;

— o redistribuire a materiei solide în zona de contact ca rezultat al curgerii vîscoase și autodifuziei volumice și a tensiunilor superficiale.

Mecanismul sudării firelor pe plăci

Schema de principiu a sudării firelor pe plăci este dată în figura 1. Pentru realizarea unor îmbinări de bună calitate, se folosește focalizarea energiei acustice în zona de deformare, prevăzînd partea activă a sonotrodului cu un șanț radial de adîncime h și d (fig. 2). În cazul unei părți frontale plane a sonotrodului, în etapa inițială a procesului de sudare, are loc numai un contact punctiform între sonotrod și firul metalic, pe de o parte, și între fir și folia metalică, pe de altă parte. În continuare, datorită forței statice de apă-

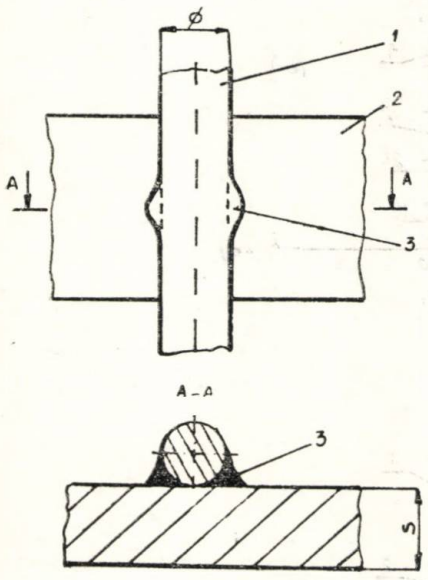


Fig. 1 Sudarea firelor metalice pe folii sau plăci metalice :
1 – fir ; 2 – placă sau foiță ; 3 – zona de îmbinare.

sare, suprafețele laterale ale firului pe lungimea de contact cu sonotrodul se măresc și are loc turtirea firului, datorită tensiunilor de alungire ce se dezvoltă. Pe măsură ce suprafețele laterale de contact se transformă în zona de îmbinare, apare posibilitatea antrenării peliculelor de oxizi de pe suprafață în zona de formare a îmbinării, acesta constituind principalul dezavantaj al sonotrodului cu partea frontală plană. Pe măsura creșterii adîncimii h a canalului prelucrat, în partea frontală a sonotrodului, crește unghiul de cuprindere al firului și are loc o redistribuire a valorilor tensiunilor de comprimare și de alungire. Valoarea tensiunilor de alungire se micșorează în centrul firului și se mărește valoarea tensiunilor de comprimare. Tensiunile de alungire ce acționează pe suprafețele de contact creează, în zona de îmbinare, condiții favorabile distrugerii și îndepărtării peliculelor de oxizi sau absorbante. Analiza influenței adîncimii h a canalului, asupra rezistenței mecanice R_{ms} a îmbinării și a reproductivității îmbinării k_v, la combinația Cu—Al și Al—Al (fig. 3), arată că pentru un fir de aluminiu valoarea optimă a adîncimii canalului h este egală cu (0,65 . . . 0,70) d.

Asupra calității îmbinării, o influență deosebită o au și puterea acustică folosită și frecvența undelor ultrasonore excitate în sistem, existînd valori optime pentru care rezistența îmbinării este maximă, iar reproductibilitatea calității îmbinării este foarte bună.

Utilaje folosite la sudarea cu ultrasunete a firelor pe plăci

Pentru executarea operației de sudare cu ultrasunete, au fost construite utilaje și aparatură specială, în funcție de tipul îmbinării de natura materialelor de sudat de domeniul de aplicabilitate și de condițiile acustice ce trebuie create pentru realizarea scopului propus.

Calitatea îmbinării depinde, în mare măsură, de condițiile acustice în care se formează, condiții ce apar în funcție de tipurile de oscilații ce se excită în scula ce efectuează operația de îmbinare : longitudinale, torsionale, de forfecare, de încovoiere etc. Pentru crearea diferitelor condiții acustice, în zona de îmbinare sînt necesare o dimensionare și și o proiectare corespunzătoare a sonotrodului, dimensionare care se face astfel ca el să se excite, de preferință, oscilații de încovoiere longitudinale, de forfecare sau combinate. Dimensionarea sonotrodului se face folosind metoda impedanțelor de intrare, folosind relația :

$$Z_0 = -jZ_s^{(i)} = \frac{(\operatorname{ch} k'l \cos k'l - 1) + j\frac{Z_n}{Z_s^{(i)}}(\operatorname{ch} k'l \sin k'l - \operatorname{sh} k'l \cos k'l)}{(\operatorname{ch} k'l \sin k'l - \operatorname{sh} k'l \cos k'l) - j\frac{Z_n}{Z_s^{(i)}}\operatorname{sh} k'l \sin k'l} \qquad (1)$$

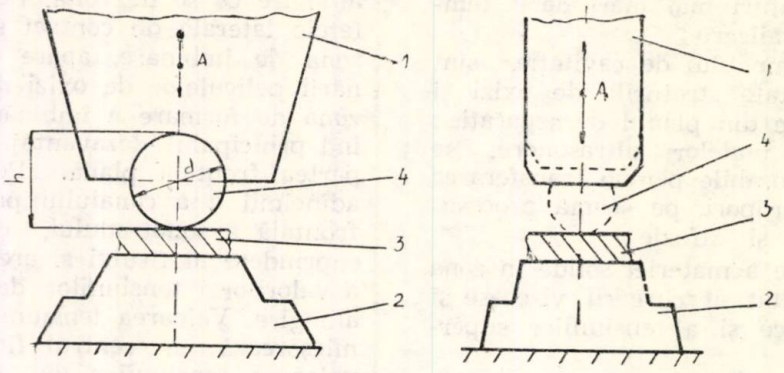
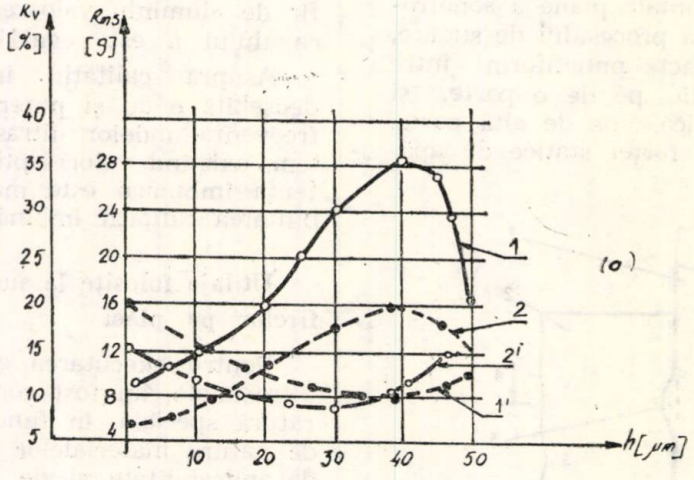


Fig. 2 Schema părții, frontale a sonotrodului utilizat la sudarea firelor pe plăci :
1 – sonotrod ; 2 – nicovală acustică ; 3 – placă ; 4 – fir.



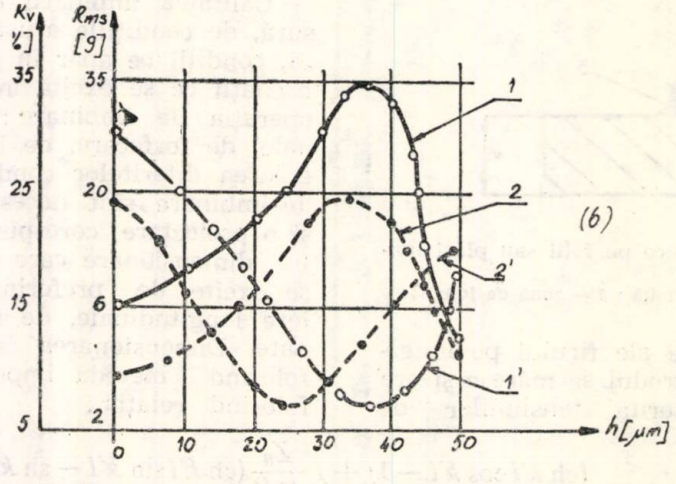


Fig. 3 Dependența rezistenței îmbinării și a reproductibilității calității îmbinărilor Cu—Al (a) și Al—Al (b) de adîncimea canalului h :
1 – rezistența la forfecare ; 2 – rezistența la întindere ; 1',2' – reproductibilitatea calității.

în care :

$Z_s^{(i)} = 0{,}785\ \rho c_i d$;

ρ — este densitatea materialului sonotrodului ;

d — diametrul sonotrodului;

$c_i = 0{,}5\sqrt{\omega \cdot dC_L}$ este viteza de propagare a oscilațiilor de încovoiere în axa sonotrodului;

C_L — viteza de propagare a undelor longitudinale;

$k' = \omega/c_i$ — numărul de undă pentru oscilațiile de încovoiere;

l — lungimea sonotrodului;

Z_n — impedanța de sarcină a sonotrodului.

Frecvența de rezonanță f_{ri} se obține din rezolvarea ecuației :

$$\mathrm{ch}k'l \cos k'l = 1 \tag{2}$$

rezultînd :

$$f_{ri}^{(1)} = 0{,}895\ C_L \frac{a^2}{d} \tag{3}$$

pentru sonotrod cu lungimea în semilungime de undă, și :

$$f_{ri}^{(2)} = 2{,}455\ C_L \frac{a^2}{d} \tag{4}$$

pentru sonotrod cu lungimea egală cu lungimea de undă.

Pentru ca în sonotrod să se excite unde longitudinale, se pleacă de la ecuația ce dă impedanța de intrare Z_s a sonotrodului :

$$Z_s = z_s \frac{Z_n + jZ_s \operatorname{tg} kl}{Z_s + jZ_n \operatorname{tg} kl} \tag{5}$$

și se pune condiția ca $Z_n = 0$, rezultînd

$$\operatorname{tg} kl = 0 \tag{6}$$

Rezolvarea ecuației (6) conduce la obținerea frecvenței de rezonanță

$$f_{rL}^{(1)} = C_L/21 \tag{7}$$

pentru un sonotrod cu $l = \lambda/2$, și :

$$f_{rL}^{(2)} = C_L/l \tag{8}$$

pentru un sonotrod cu $l = \lambda/4$

Dintre sonotrozii mai des utilizați în practică, rezultatele cele mai bune au fost obținute cu cei a căror formă se obține din combinarea diferitelor tipuri de suprafețe numite sonotrode combinate (fig. 4). Acestea înlătură dezavantajele sonotrodului în trepte, deoarece existența porțiunii exponențiale intermediare micșorează concentrația tensiunilor, asigură condiții favorabile propagării numai a unui singur tip de unde ultrasonore, îmbunătățește proprietățile de rezistență mecanică și nu modifică esențial regimul de rezonanță a sistemului de oscilație. Pentru a studia un sono-

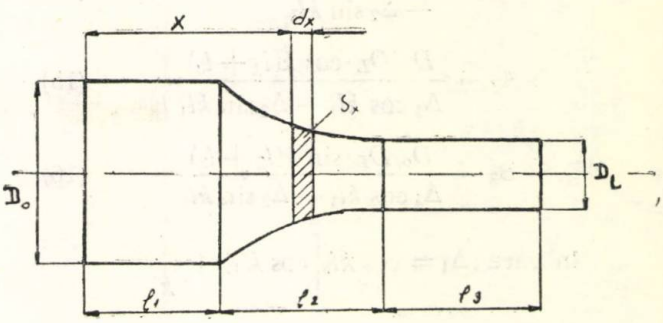


Fig. 4 Sonotrod combinat.

trod combinat se pleacă tot de la ecuația diferențială care definește propagarea undelor longitudinale plane scrisă sub forma :

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial \Phi}{\partial x} \cdot \frac{\partial}{\partial x}(\ln S_x) = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} \tag{9}$$

în care :

Φ este potențial de viteze;

S_x este aria secțiunii barei la distanța x de originea acesteia ;

c — viteza de propagare a undelor ultrasonore prin materialul din care este confecționat sonotrodul.

Forma generală a soluției ecuației pe cele trei porțiuni ale sonotrodului combinat este :

$$\varnothing_1 = A_1 \cos kx + B_1 \sin kx,$$
$$\text{pentru } -l_1 < x < 0 \tag{10}$$

$$\varnothing_2 = F(x)\,[A_2 \cos k'x + B_2 \sin k'x],$$
$$\text{pentru } 0 < x < l_2 \tag{11}$$

$$\varnothing_3 = A_3\,[\cos kx + B_3 \sin kx],$$
$$\text{pentru } l_2 < x < l_2 + l_3 \tag{12}$$

în care :

$k = 2\Pi/\lambda$ este numărul de undă ;

$F(x) = l/r(x)$;

$r(x)$ — raza barei de acțiune variabilă ;

A_i, B_i — constante ce trebuie determinate.

Din condițiile la limită rezultă un sistem de ecuații în A_1, B_1, A_2, B_2, A_3 și B_3 care rezolvat conduce la expresiile :

$$A_1 = \varphi_i \frac{\cos kl_3\ (\cos k'l_2 + \delta_4 \sin k'l_2) -}{\Delta_1 \cos kl_1 -}$$
$$\frac{-\dfrac{k}{k'} \sin kl_3 \cdot \sin k'l_2}{-\Delta_2 \sin kl_1} \tag{13}$$

$$B_1 = \varphi_1 \frac{\sin kl_3 (\cos k'l_2 - \delta_1 \sin k'l_2) -}{\Delta_1 \cos kl_1 -}$$

$$\frac{- \cos kl_3 (\delta_2 \cos k'l_2 - \delta_3 \sin k'l_2)}{- \Delta_2 \sin kl_1} \quad (14)$$

$$A_3 = \frac{D_0/D_L \cdot \cos k(l_2 + l_3)}{\Delta_1 \cos kl_1 - \Delta_2 \sin kl_1} \quad (15)$$

$$B_3 = \frac{D_0/D_L \cdot \sin k(l_2 + l_3)}{\Delta_1 \cos kl_1 - \Delta_2 \sin kl_1} \quad (16)$$

în care : $\Delta_1 = \cos kl_3 \left[\cos k'l_2 + \frac{l}{k'} \cdot \right.$

$$\left. \cdot \frac{F'(l_2)}{F(l_2)} \sin k'l_2 \right] - \frac{k}{k'} \sin k'l_3 \sin k'l_2 \quad (17)$$

$$\Delta_2 = \sin kl_3 \left(\cos k'l_2 - \frac{l}{k'} \cdot \frac{F'(0)}{F(0)} \sin k'l_2 \right) -$$

$$- \cos kl_3 \cdot \left[\frac{l}{k} \cdot \frac{F'(l_2)}{F(l_2)} - \frac{F'(0)}{F(0)} \right] \cdot \cos k'l_2 -$$

$$- \frac{l}{k \cdot k'} \left[k^2 - \frac{F'(l_2)}{F(l_2)} \cdot \frac{F'(0)}{F(0)} \right] \cdot \sin k'l_2 \quad (18)$$

Deoarece, în majoritatea cazurilor, calculele sînt foarte complicate și durează destul de mult, au fost întocmite grafice și nomograme care permit o determinare rapidă a principalilor parametri constructivi și o proiectare rapidă și riguroasă. O astfel de nomogramă este dată în figura 5, pentru un sonotrod compus dintr-o porțiune cilindrică de lungime l_1 și o porțiune exponențială l_2, pentru factori de amplificare $N = 3 \ldots 10$. În mod analog, este construită și nomograma din figura 6 pentru un alt tip de sonotrod combinat.

Schema de principiu a unui pistolet de sudare cu ultrasunete a firelor pe plăci, sau a foițelor, este dată în figura 7.

Părțile componente principale ale acestui pistolet construit în două variante sînt : generatorul de ultrasunete, concentratorul de energie ultrasonoră, sonotrodul, transductorul electroacustic, elemente de comandă și control, dispozitive de izolare și protecție.

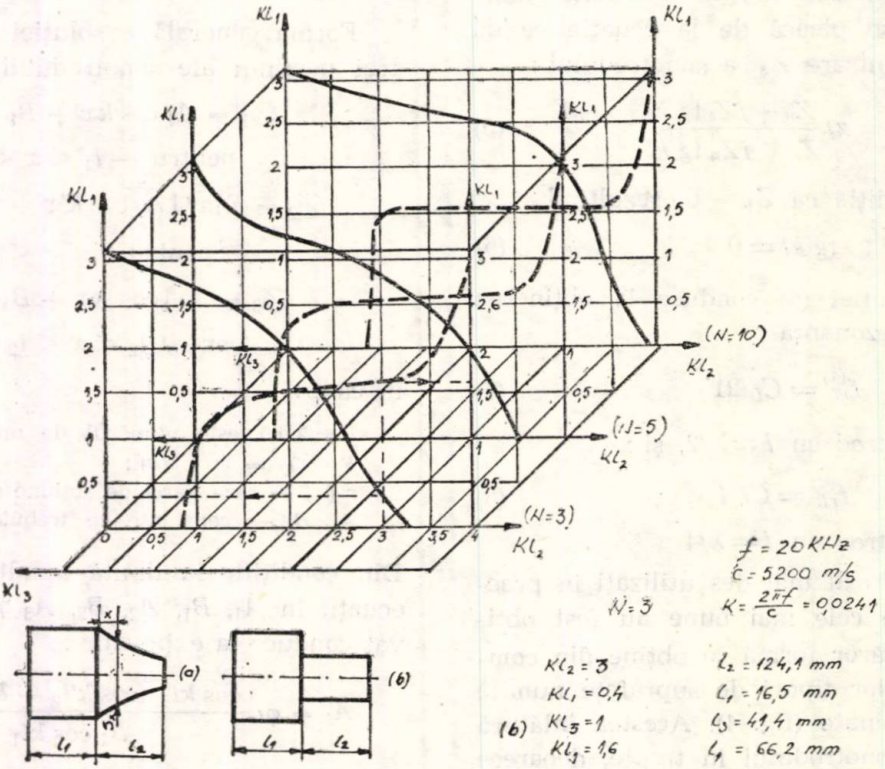


Fig. 5 Nomogramă pentru calculul unui sonotrod combinat tip cilindru — exponențială.

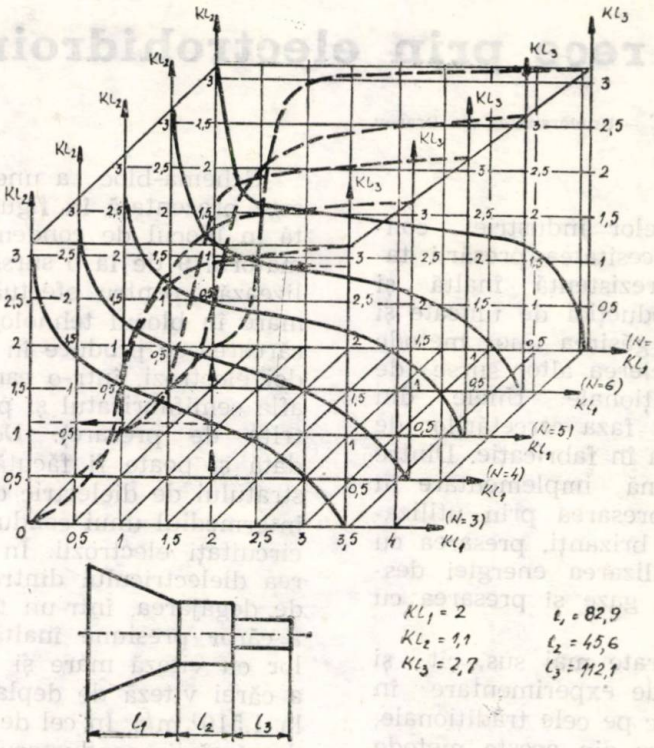


Fig. 6 Nomogramă pentru calculul unui sonotrod combinat tip con-cilindru-cilindru.

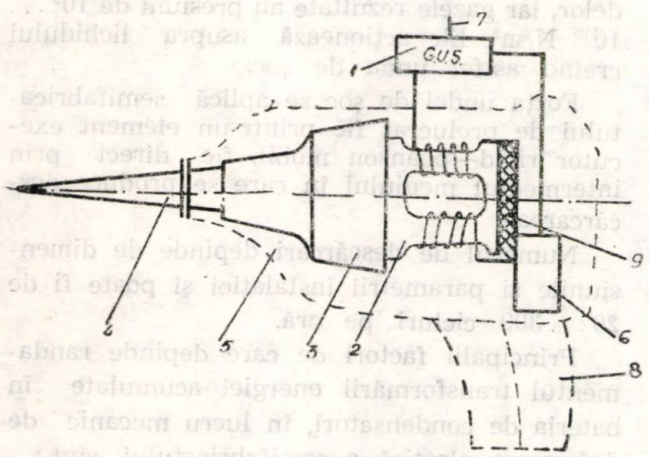


Fig. 7 Schema de principiu a unui pistolet de sudat cu ultrasunete.

1 — generator de ultrasunete ; 2 — transductor ; 3 concentrator ; 4 — sonotrod ; 5 — carcasă ; 6 — releu timp ; 7 — cablu alimentare rețea ; 8 — mîner ; 9 — izolant acustic.

Concluzii

Aplicarea industrială a sudării cu ultrasunete a firelor pe plăci este în continuă creștere și diversificare, tocmai datorită particularităților și avantajelor acestui procedeu: suprafețele pieselor de sudat nu necesită o pregătire anterioară, costisitoare sau specială, putînd fi sudate chiar și atunci cînd sînt acoperite cu lac; în zona îmbinării și chiar în jurul acesteia nu se ajunge la o încălzire internă prea puternică evitîndu-se topirea materialului și modificarea proprietăților îmbinării ; deformațiile sînt mult mai mici, ca la sudarea prin rezistență de contact, rezultînd îmbinări cu suprafețe curate și nedeformate; procedeul permite sudarea unor materiale greu sudabile prin alte metode și obținerea unor combinații de materiale diferite ; consumul de energie electrică este mult mai mic și procedeul se pretează la automatizare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Amza, Gh., Drimer, D.:* The design and construction of solid concentrators for ultrasonic energy — Ultrasonics, London, september, 1976, pag. 222—226.

[2] *Drimer, D., Savii, Gh. și alții :* Utilizarea ultrasunetelor în prelucrarea materialelor. Editura I.C.P.T.C.M., București, 1975.

[3] *Drimer, D. și alții :* Ultrazvukovaia svarka tekstilnih sinteticeskih i semeșanih materialov, Vl. Nemtezközi Hegestesi Tudonayos Diakköri Konferencium, 1976, 21—26 iunie, Budapest, pag. 104 — 114.

[4] *Koleșko, V.M.:* Ultrazvukovaia microsvarka, Minsk, Izdatelstvo „Nauka i Tehnika", 1977.

[5] *Amza, Gh.:* Aplicarea industrială a ultrasunetelor, Editura I.P.B. București, 1984.

[6] *Drăgan, O. și alții :* Ultrasunete de mari energii, Editura Academiei, București, 1984.

CZ : 621.97

Presarea la rece prin electrohidroimpulsuri

Conf. dr. ing. Ion **TUREAC** – Universitatea din Braşov

Introducere

Complexitatea produselor industriei constructoare de maşini, necesitatea presării tablelor din materiale cu rezistenţă înaltă şi creşterea volumului producţiei de unicate şi de serie mică au impus găsirea unor metode noi, care au la bază asocierea altor surse de energie decît cele tradiţionale. Unele din aceste metode au depăşit faza cercetărilor de laborator şi se aplică deja în fabricaţie. Dintre acestea şi-au găsit o bună implementare în industrie următoarele : presarea prin utilizarea energiei explozivilor brizanţi, presarea cu impulsuri magnetice, utilizarea energiei destinderii amestecurilor de gaze şi presarea cu electrohidroimpulsuri.

Atît metodele enumerate mai sus, cît şi altele care sînt în fază de experimentare în laborator, nu le înlocuiesc pe cele tradiţionale, ci le completează. Fiecare din aceste metode îşi găseşte o bună aplicare pentru anumite operaţii de presare şi pentru anumite tipuri de piese, extizînd mult domeniul utilizării prelucrărilor prin deformare la rece.

Presarea cu ajutorul electrohidrimpulsurilor se aplică cu bune rezultate în anumite sectoare ale industriei. Datorită avantajelor numeroase (instalaţii simple şi fiabile, posibilitatea de aplicare în spaţii industriale închise, domeniu larg de cuprindere a operaţiilor de presare, posibilitatea execuţiei unor piese finite complexe şi în limite de precizie ridicate, cost redus), are perspectiva unei largi extinderi.

Cu ajutorul electrohidroimpulsurilor pot fi efectuate, practic, toate tipurile de operaţii de presare-perforare, decupare, ambutisare, calibrare, formare, presarea pulberilor ş.a. — în special la piesele de dimensiuni şi configuraţii greu realizabile prin metodele tradiţionale, aşa cum este cazul celor necesare în electronică, industria aerospaţială, industria de echipamente medicale ş.a.

Principiul de lucru şi schema producerii electrohidroimpulsurilor

Prelucrarea prin presare la rece prin această metodă se bazează pe utilizarea energiei undei de şoc — produsă prin descărcarea electrică într-un lichid — pentru efectuarea lucrului mecanic de deformare a semifabricatului.

Schema-bloc a unei instalaţii de presare este prezentată în figura 1. Energia acumulată în blocul de condensatori 8, prin transformatorul 9 de la o sursă de alimentare, se utilizează pentru efectuarea lucrului de deformare în blocul tehnologic de execuţie 3. Descărcarea se produce în blocul tehnologic, între doi electrozi, într-o cameră închisă în care se află semifabricatul şi placa de deformare (matriţa de presare). Descărcarea este comandată şi poate fi făcută fie prin străpungerea stratului de dielectric dintre electrozi, fie prin intermediul unui conductor cu care sînt scurtcircuitaţi electrozii. În primul caz străpungerea dielectricului dintre electrozi este însoţită de degajarea, într-un timp scurt, a unor gaze a căror presiune înaltă determină extinderea lor cu viteză mare şi formarea undei de şoc, a cărei viteză de deplasare poate ajunge pînă la $1{,}5 \cdot 10^3$ m/s. În cel de al doilea caz, în timpul descărcării, conductorul de scurtcircuitare se topeşte şi apoi se volatilizează. Trecerea conductorului din stare solidă în stare gazoasă are loc într-un timp scurt, de ordinul milisecundelor, iar gazele rezultate au presiuni de $10^9 \ldots 10^{10}$ N/m^2. Ele acţionează asupra lichidului creînd astfel unda de şoc.

Forţa undei de şoc se aplică semifabricatului de prelucrat fie printr-un element executor rigid—poanson mobil, fie direct prin intermediul mediului în care se produce descărcarea.

Numărul de descărcări depinde de dimensiunile şi parametrii instalaţiei şi poate fi de 20 ... 300 cicluri pe oră.

Principalii factori de care depinde randamentul transformării energiei acumulate în bateria de condensatori, în lucru mecanic de deformare plastică a semifabricatului, sînt :

— parametrii circuitului de descărcare (capacitatea bateriei de condensatori tensiunea iniţială de încărcare, inductibilitate şi frecvenţa) ;

— parametrii conductorului de scurtcircuitare (dimensiuni, material de execuţie şi forma de dispunere spaţială între electrozi) ;

— proprietăţile fizice ale mediului de transmitere a energiei (densitatea lichidului, viteza de propagare a sunetului şi conductivitatea) ;

— forma şi execuţia electrozilor şi blocul tehnologic (camera de descărcare, forma şi dimensiunile sculei de deformare ş.a.).

Scheme ale unor operații de presare și condiții de execuție

În vederea executării presării prin electrohidroimpulsuri, este important să se cunoască nu numai procesul desfășurării lor, ci și condițiile care limitează sau influențează rezultatele finale. În cele ce urmează se prezintă, succint, schemele executării celor mai frecvente prelucrări prin presare cu ajutorul electrohidroimpulsurilor.

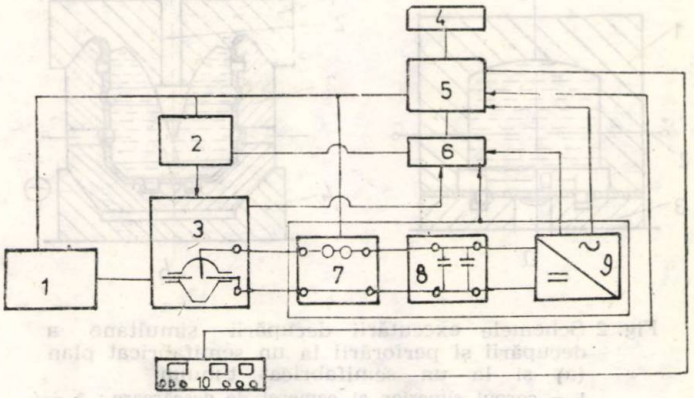


Fig. 1 Schema unei instalații de presare prin electrohidroimpulsuri.

1 – sursa de alimentare cu lichid ; 2 – rezervor ; 3 – blocul tehnologic (camera de descărcare) ; 4 – sursa de alimentare cu curent ; 5 – bloc de alimentare ; 6 – bloc de protecție ; 7 – dispozitiv de comandă ; 8 – bateria de condensatori ; 9 – transformator ; 10 – pupitru de comandă.

Performarea-decuparea. Perforarea și decuparea pot fi executate fie ca operații separate, fie asociate. Schema executării simultane a decupării și perforării este prezentată în figura 2, a. Camera de lucru a blocului tehnologic este bine etanșată prin acțiunea forței Q, care asigură și reținerea semifabricatului între partea superioară **1** și cea inferioară 3 (placa de decupare perforare). Este preferabil ca în cazurile prelucrării corpurilor complexe cum, este cel din figura 2, b, să se asocieze și cu alte operații (răsfrîngerea marginilor, formare ș.a.).

Precizia de formă geometrică și dimensională diferă față de cazurile de decupare-perforare cu poanson și placă rigidă și depind în bună măsură de calitatea materialului prelucrat, raportul dintre prosimea g a materialului și diametrul echivalent d al perforării și de energia transmisă prin canalul de descărcare. În figurile 3, a, b și c, se prezintă secțiunile obținute prin perforare la semifabricate din același material, dar cu diverse rapoarte d/g. Unghiul de înclinare α, (figura 3, c) are valori de $5 \ldots 16^0$. Diametrul mai mare este situat în partea dinspre care acționează lichidul. Marginea părții dinspre placa tăietoare rezultă cu muchia ascuțită, iar cea de pe partea opusă rezultă rotunjită, după o rază a cărei mărime oscilează în jurul valorii $g/3$.

Presiunea minimă necesară pentru atingerea condiției de tăiere la perforări circulare rezultă din egalarea forței pe care o dezvoltă pe suprafața pe care se aplică, cu forța tehnologică necesară. Expresia acesteia este :

$$p = 4K_0\tau_m \frac{g}{d}, \qquad (1)$$

în care :

τ_m este rezistența medie la forfecare;

g — prosimea materialului de perforat;

d — diametrul rezultat după perforare;

K_0 — coeficient ce ia în considerare condițiile concrete de tăiere.

Presiunea undei de șoc necesară obținerii valorilor ce rezultă din relația (1) se poate determina, cu aproximație, cu ajutorul expresiei :

$$p_s = \frac{m(1 - K^3)}{K^2\left(1 - \frac{Kg}{3\theta C_1}\right)} \qquad (2)$$

în care :

K este coeficient avînd valori între 2...3;

θ — coeficient de timp pentru cazul amortizării exponențiale a undei;

C_1 — viteza de deformare a semifabricatului.

Viteza de perforare are valori de 70... 100 m/s, iar viteza C_1 de deformare a semifabricatului este de două pînă la trei ori mai mare, decît în cazul prelucrării cvasistatice. Datorită acestei viteze mari, tăierea se execută în condiții diferite de cele de la presarea cvasistatică.

Ambutisarea. Adîncimea și precizia pieselor ambutisate depind de schema de lucru, de numărul de descărcări și de energia de descărcare.

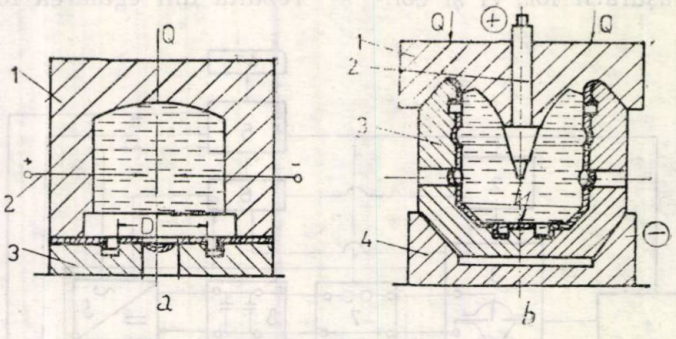


Fig. 2 Schemele executării decupării simultane a decupării și perforării la un semifabricat plan (a) și la un semifabricat tubular
1 — corpul superior al camerei de descărcare ; 2 — electrozi ; 3 — corpul inferior (placa de tăiere și formare) ; 4 — suport.

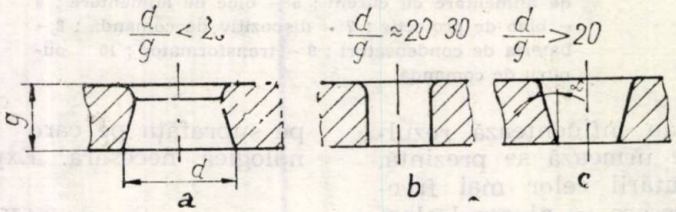


Fig. 3 Forme ale perforărilor obținute pentru diferite rapoarte.

Pentru cazurile în care raportul dintre adîncimea de ambutisare h și dimensiunea în plan (lungimea maximă, sau diametrul) b nu depășește 0,2 ... 0,4, se recomandă deformarea cu flanșa fixă. În aceste cazuri adîncimea de ambutisare este condiționată de subțierea maximă admisă în zona deformată, care nu poate depăși 45% pentru alamă, 10 ... 40% pentru oțeluri și 35% pentru aluminiu.

Pentru ambutisările adînci se recomandă presarea cu flanșa mobilă. Gradul de subțiere a materialului în aceste cazuri este mai mic cu 15 ... 20%, în comparație cu cazurile ambutisării cu flanșa fixă. În scopul asigurării deplasării flanșei, în timpul deformării semifabricatului, se recomandă ca elementul de reținere a acestuia să se execute conform celor prezentate în schema din figura 4. Se recomandă următoarele dimensiuni :

$$Z_1 = (1{,}03 \ldots 1{,}05)\ g, \qquad (3)$$

$$Z_2 = (0{,}85 \ldots 0{,}95)\ g_1, \qquad (4)$$

unde g și g_1 sînt grosimea inițială a semifabricatului, respectiv grosimea materialului în zona flanșei piesei ambutisate. Diametrul de trecere d_1, conform lucrării [3], se recomandă a se încadra în limitele: $d_1 = d - (2 \ldots 3)\ g$.

Pentru obținerea unor piese cu grad de deformare ridicat, se construiesc blocuri tehnologice la care se îndepărtează aerul din spațiul în care se produce ambutisarea. În scopul limitării deplasării părții posterioare a piesei ambutisate, se poate folosi un dispozitiv de aplicare a unei forțe opuse celei de deformare. În acest mod se asigură micșora-

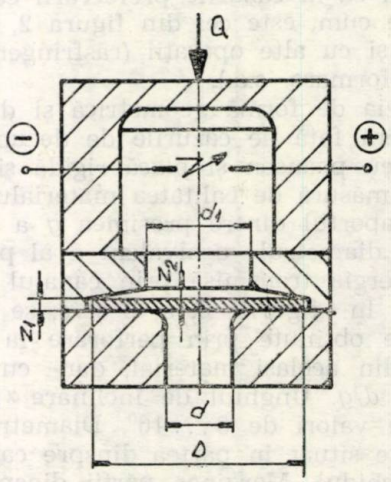


Fig. 4 Camera de lucru utilizată la ambutisarea cu flanșă mobilă.

rea subțierii piesei în partea centrală și reducerea tensiunilor în zona periculoasă.

Formarea și calibrarea. Deosebit de avantajoasă s-a dovedit prelucrarea prin electrohidroimpulsuri a pieselor tubulare de tip silfon, sau cu reliefări în anumite zone ale acestora. În vederea executării unor astfel de piese, este necesară vacuumizarea spațiului de deformare și strîngerea semifabricatului la cele două capete. Schema unei instalații pentru executarea unor deformări pe piese tubulare este prezentată în figura 5. Ansamblul de acumulare **1** se descarcă între cei doi electrozi **2**, prin intermediul conductorului de scurtcircuitare **4**. Etanșarea semimatrițelor **6** se asigură printr-o strîngere cu forța Q_1, a celor două corpuri laterale **6**. Formele profilurilor obținute prin reliefare (fig. 5, b, c, d) pot fi diverse.

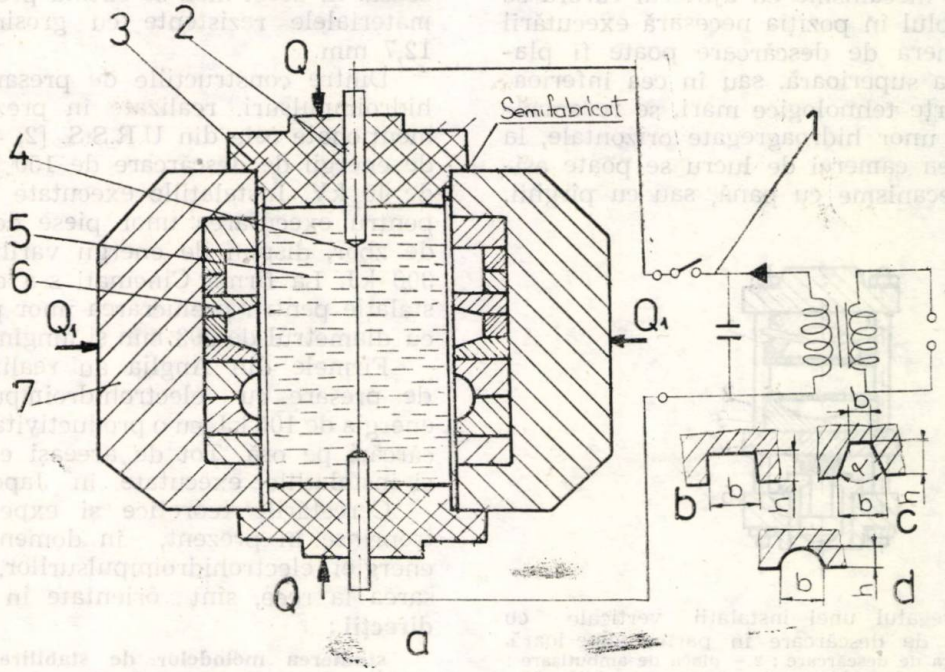


Fig. 5 Schema executării reliefărilor pe piese tubulare (a) și forme ale deformărilor locale (b, c, d).
1 – bloc de execuție și comandă 2 – electrozi ; 3 – capac izolator ; 4 – conductor de scurtcircuitare ; 5 – mediu pentru transmiterea undei de șoc ; 6 – semimatrițe ; 7 – corp.

Pentru a se asigura limitele de deformare admise și pentru a fi evitate ruperile, este necesar să nu se depășească anumite valori ale vitezei de deformare a pereților semifabricatului tubular. S-a stabilit experimental [1, 2, 4] că pentru o deformație $\varepsilon = 25\%$, la semifabricate tubulare din oțel cu diametrul de 28 ... 32 mm, grosimea $g = 2$ mm și lungimea $l = 50$ mm, viteza maximă admisă este de 70 ... 90 m/s, iar timpul de atingere a valorii maxime a acesteia este de 10...20, 10^{-3} secunde. Pe măsură ce diametrul scade, păstrîndu-se celelalte condiții, viteza crește la 100 .. 140 m/s, iar timpul scade la 3 ... 8 10^{-3}.

În legătură cu executarea deformărilor pieselor tubulare, la stabilirea caracteristicilor finale și a parametrilor de regim, se va ține seama de următoarele :

— pentru obținerea valorilor maxime admisibile ale subțierii materialului de prelucrat, fără ruperea acestuia, și pentru a se asigura adîncimea relativă h/b maximă (fig. 5, b, c, d), pot fi folosite criteriile de prelucrabilitate de la presarea cvasistatică :

— adîncimea relativă maximă a zonei deformare este cu 1,1 ... 1,3 mai mare decît cea obținută la prelucrarea cvasistatică (cu cauciuc) ;

— subțierea maximă admisibilă a materialului, fără ruperea acestuia, este de 1,2 ... 2 ori mai mare decît la prelucrarea cvasistatică ;

— gradul de neuniformitate a porțiunii deformate, în cazul executării reliefărilor, este mai mare decît cel de la formarea cvasistatică, deoarece și deformarea este mai mare.

Presarea pulberilor. Presarea pulberilor metalice prin electrohidro impulsuri dă rezultate mai bune atît în privința preciziei dimen-

sionale, cît și în cea a densității. În lucrarea [7] se recomandă ca acest mod de prelucrare să se asocieze cu presarea hidrostatică. După o presare hidrostatică, urmează a se executa cea electrohidroimpulsivă, care asigură forma și precizia finală a piesei prelucrate. Presiunea necesară se stabilește pentru fiecare material în parte, în funcție de densitatea finală ce trebuie obținută. Prin executarea succesivă a presărilor — statică și hidroimpulsivă — se pot obține densități de 1,8 ... 1,9 g/cm^3, care sînt cu 10 ... 15 % mai mari decît cele ce rezultă din presarea cvasistatică.

Instalații și utilaje pentru presarea cu electrohidroimpulsuri

Blocul tehnologic al unei mașini de prelucrat prin electrohidroimpulsuri (fig. 6), are în structura sa, în afară de camera de descărcare **1**, mai multe mecanisme cu ajutorul cărora se aduce ansamblul în poziția necesară executării presării. Camera de descărcare poate fi plasată în partea superioară, sau în cea inferioară. Pentru forțe tehnologice mari, se recomandă utilizarea unor hidroagregate orizontale, la care strîngerea camerei de lucru se poate asigura prin mecanisme cu pană, sau cu pîrghii.

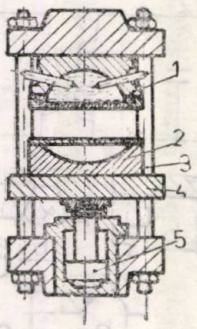


Fig. 6 Hidroagregatul unei instalații verticale cu cameră de descărcare în partea superioară. 1 — camera de descărcare ; 2 — placa de ambutisare ; 3 — coloana de ghidare ; 4 — traversă mobilă ; 5 — motor pentru închiderea camerei de descărcare.

Pentru a se asigura un bun randament al utilizării energiei, camera de descărcare trebuie să fie proiectată astfel încît să reflecte unda de șoc. Materialele pentru execuția camerei trebuie să aibă proprietăți reflectorizante. În lucrarea [2] se recomandă oțelurile cu coeficient de reflectare avînd valori de 0,85 ... 0,90. În scopul măririi capacității de reflectare a camerei, se recomandă ca suprafața ocupată de materialul izolator al electrozilor să fie cît mai mică (deoarece materialul izolator are capacitate reflectorizantă mică).

Principalele caracteristici ale unei instalații de prelucrare prin electrohidroimpulsuri sînt :

— energia de descărcare [kJ] ;
— tensiunea maximă de încărcare [kV] ;
— dimensiunile maxime ale semifabricatelor ce se pot prelucra — lungime, lățime [mm];
— numărul de descărcări pe oră ;
— dimensiunile camerei de descărcare ;
— dimensiunile de gabarit (lungime, lățime, înălțime) ;
— masa construcție [kg].

În afara acestora, unele firme producătoare înscriu în prospectele produselor lor presiunea maximă a sistemului hidraulic, cursa traversei mobile și timpul de descărcare.

În prezent se manifestă tendința de concepere a unor instalații și mașini care să realizeze prelucrarea prin acțiunea hidrostatică urmată de cea a unei explozii și apoi de cea a unei descărcări electrice. Prin acțiunea hidrostatică se asigură deformarea prealabilă a semifabricatelor, iar prin celelalte se finalizează. În acest mod se extind prelucrările și la materialele rezistente cu grosimi de 6,3 ... 12,7 mm.

Dintre construcțiile de presare cu electrohidroimpulsuri, realizate în prezent, pot fi menționate cele din U.R.S.S. [2, 4] care dispun de energii de descărcare de 150 kJ și tensiuni de 40 kV. Instalațiile executate în S.U.A. [5], pentru executarea unor piese de la aparatele de zbor, dispun de energii variind între 10 .. 300 kJ. La firma Cincinati s-a executat o instalație pentru prelucrarea unor piese tubulare cu diametrul de 203 mm și lungimi de 915 mm.

Firmele din Anglia au realizat instalații de presare cu electrohidroimpulsuri avînd energia de 100 kJ, cu o productivitate de 60 descărcări pe oră. Tot de aceeași energie dispun și instalațiile executate în Japonia.

Cercetările teoretice și experimentale întreprinse în prezent, în domeniul utilizării energiei electrohidroimpulsurilor, pentru presarea la rece, sînt orientate în următoarele **direcții :**

studierea metodelor de stabilire a regimurilor de transformare a impulsurilor de încărcare ;

conceperea unor noi scheme de prelucrare ;

perfecționarea utilajelor în vederea măririi durabilității și lărgirii posibilităților de prelucrare a unor piese mari ;

perfectionarea camerelor de descărcare în scopul măririi randamentului energetic pe ciclu ;

optimizarea regimurilor de deformare ;

conceperea unor transformatori cu performanțe ridicate.

Pe măsura creșterii cerințelor legate de mărirea rezistenței pieselor obținute prin presare, cresc și dificultățile de prelucrare a acestora. Ca urmare tehnologiile noi de presare la rece își vor găsi o utilizare tot mai largă în viitor.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Masterov, V.* : Theory of plastic deformation and metal working. Moscow, 1975.
[2] *Ciacin, N. V.* : Electrogidravliceskaia obrabotka maşinostroitelinîh materialov. Nauka i tehnika, Minsk, 1978.

[3] *Bogoiavlenko, N. K.:* Izgotovlenie detalei plasticeskim deformirovaniem. Mașinostroenie, Leningrad, 1975.

[4] *Baŋketov, N. A.:* Kuznecino stampovocinoe oborudovanie. Mașinostroenie, Moskva, 1982.

[5] *Krauss, P.:* The design and aplication of the modern Percussionpress. Sheet Metal Industries, Nr. 17.2, 1970, p. 137—143.

[6] *Heroheuroeder, L. W.:* Electrohidraulik forming Aircraft. Product 22, Nr. 8, 1969, p. 302—203.

[7] *Ciacin, N. V.:* Sostoianie i puti razvitia nekotorîh impulsnih metodov obrabotki davleniem. Kuznecino Stampovocinoe proizvodstvo, Nr. 6, 1980.

[8] *Ghizdavu, V.:* Prelucrarea metalelo cu puteri și viteze mari. Editura Tehnică, București, 1978.

CZ : 621.357

Tensiuni și deformații în procesul de metalizare

As. ing. Rodica **IOVA** – Institutul politehnic București

Introducere

Tehnica depunerii prin metalizare constă în pulverizarea metalului topit și proiectarea lui pe suprafața de metalizat, cu ajutorul aerului comprimat, a unui gaz inert, sau a unui gaz activ.

Aderența particulelor pulverizate la suprafața ce se metalizează și aderența internă a stratului depus se datorează atît unei ancorări mecanice, cît și existenței forțelor Van der Waals, a forțelor de legătură chimică, a acțiunii cîmpurilor electromagnetice.

Pentru obținerea unei bune adeziuni, se poate aplica o „tratare termică" a stratului de pulbere depus pe o piesă în procesul de metalizare. Prin încălzire, acest strat se sinterizează.

Tensiunile în acoperire apar în toate etapele procesului de metalizare : încălzire, sinterizare, răcire.

Tensiunile interne și deformațiile determină calitatea acoperirilor depuse prin acest procedeu.

Deformații și tensiuni în stratul de acoperire la încălzire (etapa I)

$$\varepsilon_{bI} = \alpha_b T_{bI} + \delta_{bI} \tag{1}$$

T_{bI} — temperatura de încălzire în [°C] a materialului bazei ;

δ_{bI} — modificarea liniară relativă a dimensiunilor bazei în urma transformărilor de structură a materialului.

Deformarea stratului de acoperire depus pe o bază depinde de direcția față de aceasta.

Pe direcția perpendiculară (axa z) :

$$\varepsilon_{azI} = \alpha_a T_{aI} - \gamma_{azI} + \delta_{aI}, \tag{2}$$

unde γ_{azI} — contracția liniară a acoperirii pe axa z la încălzire.

Deformarea acoperirii la încălzire se face în condiții diferite față de deformarea aceluiași material, nedepus pe o bază.

Modificarea dimensiunilor liniare ale acoperirii în planul depunerii, în condițiile $h_b > h_a$ și $E_b \gg E_a$, se produce după legea dilatării termice a bazei :

$$\varepsilon_{axI} = \varepsilon_{ayI} = \varepsilon_{bI} \tag{3}$$

Diferența dintre deformarea materialului acoperirii și deformarea aceluiași material nedepus pe o bază este :

$$\Delta\varepsilon_{axI} = \varepsilon_{bI} - \varepsilon_I = \alpha_b T_{bI} + \delta_{bI} - \\ - \alpha_a T_I + \gamma_I - \delta_I \tag{4}$$

Ca urmare, în acoperire se produc tensiuni.

Se pot estima aproximativ tensiunile liniare în strat, la o viteză uniformă a încălzirii :

$$\sigma_{axI} = \Delta\dot{\varepsilon}_{axI}\left(\frac{E}{c}\right)_{aI} \cdot t_I e^{-tI/tr}, \text{ unde :} \tag{5}$$

$\Delta\dot{\varepsilon}_{axI}$ — diferența dintre vitezele de deformare a acoperirii și bazei ;

c — o constantă cu valori între 5÷10 ;

$\frac{E}{c}$ — se exprimă în Pa (pascali) ;

t_r — timpul relaxării tensiunilor, în secunde.

$$\Delta\dot{\varepsilon}_{axI} = \alpha_b v_I + \dot{\delta}_{bI} - \alpha_a v_I + \dot{\gamma}_I - \dot{\delta}_{aI}, \text{ unde :} \tag{6}$$

$\dot{\delta}_{aI}$ — viteza deformării materialului acoperirii, produsă de transformările de structură ;

$\dot{\delta}_{bI}$ — idem, pentru materialul bazei ;

$\dot{\gamma}_I$ — viteza contracției materialului nedepus pe bază în etapa I (încălzirea);

$\left(\frac{E}{c}\right)_{aI}$ — modulul de durată a elasticității [Pa].

La valoarea pozitivă a lui σ_{ax}, stratul de acoperire este întins, iar la o valoare negativă —, este comprimat.

Dacă :

$$\sigma_{axI} > \sigma_{ra} \tag{7}$$

se produce distrugerea acoperirii ;

Dacă : $|-\sigma_{axI}| > |-\sigma_{ra}|$, (8)

acoperirea se bombează sau se deplasează față de bază.

Reducerea lui σ_{axI} se poate face prin micșorarea lui $\Delta\varepsilon_{axI}$ și y_{aI}.

Micșorarea lui $\Delta\varepsilon_{axI}$ se face prin realizarea unei astfel de încălziri, încît :

$$\alpha_a T_{aI} = \alpha_b T_{bI} \quad (9)$$

Reducerea lui y_{aI} se asigură prin folosirea unui material de acoperire cu grăunți mari, prin mărirea densității acoperirii, reducerea umidității, etc.

Deformații și tensiuni la sinterizare (menținere la temperatură ridicată) — etapa a II-a

Sinterizarea, în cazul metalizării, se produce la o temperatură cuprinsă între 0,55 și 0,95 din temperatura de topire a materialului acoperirii, pe o durată între 5÷120 minute.

Contracția stratului de pulbere depus, pe direcția perpendiculară față de bază, este :

$$y_{az} = y_{av} \approx y_z \quad (10)$$

iar, pe direcțiile paralele cu suprafața de depunere,

$$y_{ax} = y_{ay} = 0, \text{ unde :} \quad (11)$$

y_{av} — contracția de volum a stratului ;

y_z — contracția axială la temperatura de sinterizare a aceluiași strat de pulbere nedepus pe o bază.

Această frînare a contracției produce în strat tensiunea normală σ_{axII}, tensiunea tangențială, în zona unirii acoperirii cu baza τ_{axII} și momentul de încovoiere M_{axII} (fig. 1, a și b).

Tensiunea maximă, într-un strat de lungime mare, este :

$$\sigma_{axII} = e^{-t_{II}/tr} \int_0^{t_{II}} \dot{y}_{ax} \left(\frac{E}{c}\right)_a \left(T_{II}, t_{II}\right) dt, \text{ unde :} \quad (12)$$

$\dot{y}_{ax}$ — viteza contracției liniare a unei brichete de pulbere din materialul acoperirii, la sinterizare, în condițiile tratării termice a acoperirii ;

T_{II} — temperatura de sinterizare ;

t_{II} — durata menținerii la temperatura de sinterizare.

Formula permite numai estimarea calitativă a tensiunilor care apar în acoperire, pentru că lipsesc date referitoare la $\dot{y}_{ax}, \left(\frac{E}{c}\right)_a$ și t_r a materialelor din pulberi.

În figura 1, c se vede caracterul modificării lui $\dot{y}_{ax}$ și $\left(\frac{E}{c}\right)_a$ în funcție de durata tratării termice.

La T_{II} = constant viteza contracției în perioada inițială este foarte mare, putînd duce la o situație în care :

$$\sigma_{axII} > \sigma_{ra}, \quad (13)$$

deci la distrugerea acoperirii.

Tensiunea normală, în stratul depus pe o placă de lungime finită L, are valoarea maximă în partea de mijloc, iar pe o anumită porțiune de la extremități egală cu 1/2, începe să scadă, ajungînd zero la extremități (fig. 1, a).

Modificarea tensiunii normale, în partea frontală a stratului, este determinată de forța tangențială τ_{axII} și tensiunea normală pe axa z, σ_{azII} :

$$\tau_{axII} \sim h_a \frac{d\sigma_{ax}}{dx} ; \quad (14)$$

$$\sigma_{azII} \sim h_a \frac{d\sigma_{ax}}{dx} ; \quad (15)$$

$$M_{axII} \approx a\left(\frac{l}{2} - x\right) x\, \sigma_{azII}, \quad (16)$$

unde a — lățimea stratului în [m].

În timpul sinterizării se pot întîlni mai multe situații :

Dacă :

$$\sigma_{axII} < \sigma_{ra} ; \quad (17)$$

$$\tau_{axII} < \tau_p ; \quad (18)$$

$$\sigma_{azII} < \sigma_p, \quad (19)$$

se produce o prindere de calitate a acoperirii cu baza.

Dacă :

$$\sigma_{axII} > \sigma_{ra} ; \quad (20)$$

$$\tau_{axII} < \tau_p ; \quad (21)$$

$$\sigma_{azII} < \sigma_p, \quad (22)$$

se formează crăpături în partea de mijloc a plăcii.

σ_{ra} — rezistența la rupere a acoperirii [Pa] ;

τ_p — rezistența prinderii la forfecare [Pa].

Dacă :

$$\sigma_{axII} < \sigma_{ra} ; \quad (23)$$

$$\tau_{axII} > \tau_p ; \quad (24)$$

$$\sigma_{azII} < \sigma_p, \quad (25)$$

se produce deplasarea acoperirii în partea de mijloc a plăcii.

Dacă :

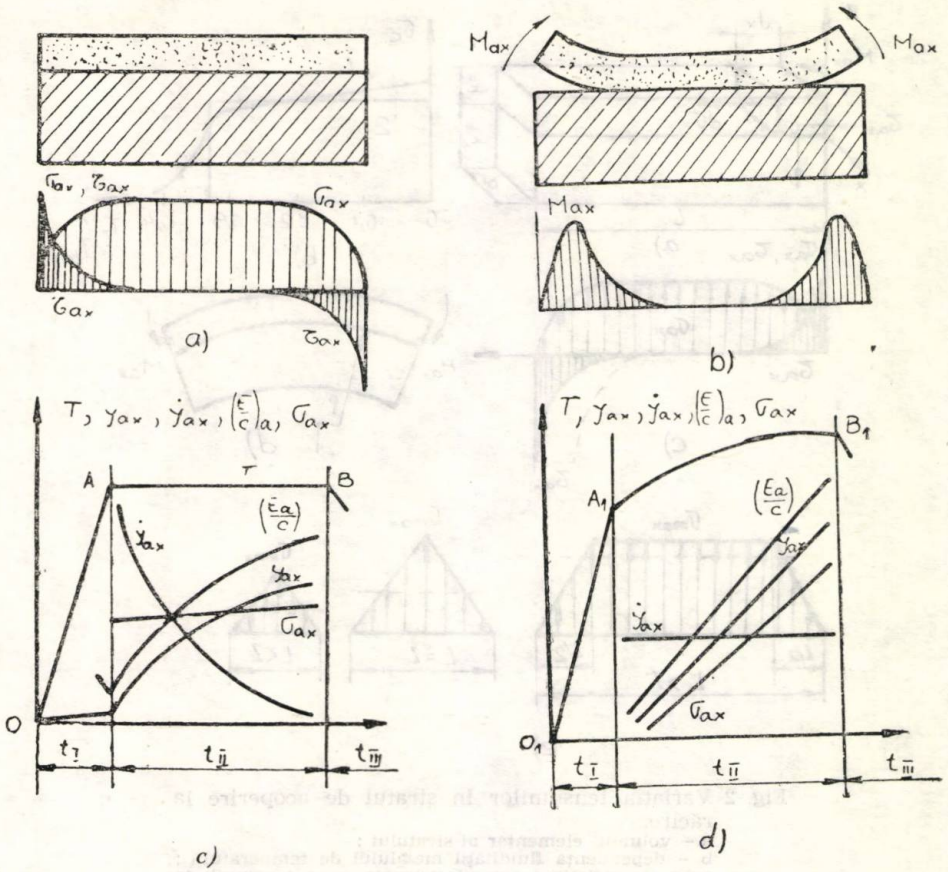


Fig. 1 Variația tensiunilor la „tratarea termică" a stratului de pulbere depus pe o piesă prin metalizare

a – variația tensiunii normale a tensiunii tangențiale (σ_{ax}, τ_{ax});

b – variația momentului de încovoiere ;

c – variația contracției liniare Y_{ax} , a vitezei de contracție $\dot{Y}_{ax}$ și a modulului de durată a elasticității $\left(\frac{E}{c}\right)_a$ în funcție de durata „tratării termice" ;

d – variația acelorași parametri în cazul modificării regimului de „tratare termică".

$$\sigma_{azII} < \sigma_{ra}; \tag{26}$$

$$\tau_{axII} < \tau_p; \tag{27}$$

$$\sigma_{azII} > \sigma_p, \tag{28}$$

se produce exfolierea acoperirii și încovoierea sa.

Luînd în considerare relațiile de mai sus și cercetările experimentale, se poate determina cauza defectelor și se pot stabili măsuri de prevenire a acestora.

Reducerea tensiunilor ce apar în acoperire, la temperatura de sinterizare, este posibilă prin micșorarea vitezei de contracție, iar aceasta se obține prin folosirea unui material de acoperire cu granulație mai mare, prin mărirea, sau (în unele cazuri) micșorarea forței de presare, sau prin modificarea regimului de tratare termică (fig. 1, d).

Deformări și tensiuni la răcire (etapa III)

Pentru determinarea tensiunilor la răcire în acoperirile depuse prin metalizare, se folosește metodologia de calcul aplicată la determinarea tensiunilor în materialul compact, cu mai multe straturi, care se răcește.

În figura 2, b se vede dependența fluidității metalului σ_c de temperatură. σ_c își păstrează valoarea sa ridicată pînă la 0,33 T_{top}, după care coboară brusc.

La metalizare, răcirea se produce la temperaturi cuprinse între 0,9 și 0,5 T_{top}, la care materialul se află în stare plastică.

Creșterea însemnată a tensiunilor în acoperire se produce la răcire, sub 0,33 T_{top}.

Pentru determinarea acestor tensiuni se fac următoarele aproximări :

— corpul real (curba 1) se aproximează modelului (curba 2), figura 2, b ;

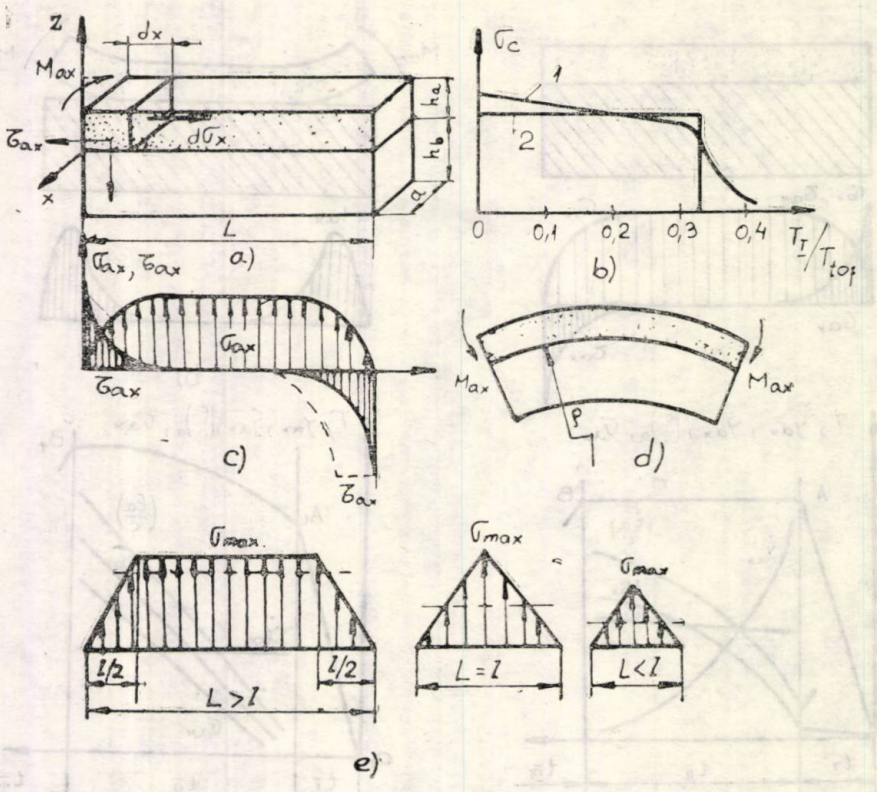


Fig. 2 Variația tensiunilor în stratul de acoperire la răcire.
a – volumul elementar al stratului ;
b – dependența fluidității metalului de temperatură ;
c,d,e, – variația tensiunii normale σ_{ax} a tensiunii de forfecare τ_{ax} și a momentului de încovoiere M_{ax}.

— tensiunile care apar la peste 0,33 T_{top} se neglijează ;

— se folosește teoria elasticității, considerînd că temperatura de trecere a materialului acoperirii din stare elastică în stare plastică este 0,33 T_{top}.

Tensiunile termoelastice care apar datorită diferenței dilatării termice a materialelor inițiale, într-o placă de lungime infinită, de grosime h_b, acoperită pe două fețe cu straturi de grosime h_a, la o distribuție arbitrară a temperaturii pe axa z și pentru $dT/dx = 0$, se determină cu ajutorul formulei :

$$\sigma_a = -\varepsilon_a T_a + \frac{1}{2}\frac{\int_{-(h_b+h_a)}^{h_b} \varepsilon_a T_a\,dz + \int_{-h_b}^{0} \varepsilon_b T_b\,dz + \int_{0}^{h_a} \varepsilon_a T_a\,dz}{h_0 + h_1\varepsilon_{10}} + \frac{3}{2}z\frac{\int_{-(h_b+h_a)}^{-h_b} \varepsilon_a T_a z\,dz + \int_{-h_b}^{0} \varepsilon_b T_b z\,dz + \int_{0}^{h_a} \varepsilon_a T_a z\,dz}{h_a^3 + h_b^3/8(\varepsilon_{ab}-1)} \quad (29)$$

unde :

$$\varepsilon_a = \frac{\alpha_a T_a}{1-\mu_a} ; \quad (30)$$

$$\varepsilon_b = \frac{\alpha_b T_b}{1-\mu_b} ; \quad (31)$$

$$\varepsilon_{ab} = \frac{E_b(1-\mu_a)}{E_a(1-\mu_b)}, \text{ unde :} \quad (32)$$

E_a, E_b — modulele de elasticitate a materialului acoperirii, respectiv a bazei ;

μ_a, μ_b — coeficienții lui Poisson, pentru materialul acoperirii, respectiv al bazei;

T_a, T_b — temperatura acoperirii, respectiv a bazei [°C].

La viteze mici și medii de răcire, se poate considera $T_a = T_b$

$$\sigma_a = \frac{(\alpha_a - \alpha_b)\Delta T E_a}{(h_a/h_b)(E_a/E_b)(1-\mu_b)(1-\mu_a)} \quad (33)$$

unde :

$$\Delta T = 0{,}33 T_{top} - T_d ; \quad (34)$$

T_d — temperatura la care se determină tensiunile.

La determinarea tensiunilor remanente, $T_d = 0$

$$\Delta T = 0{,}33 T_{top} \quad (35)$$

Valoarea tensiunilor termice, într-o acoperire depusă pe un cilindru gol, se determină cu ajutorul relațiilor :

$$\sigma_{ar} = A\left[1 - \frac{(h_a + r_b)^2}{r^2}\right]; \quad (36)$$

$$\sigma_{a0} = A\left[1 + \frac{(h_a + r_b)^2}{r^2}\right]; \quad (37)$$

$$\sigma_{az} = E_a \varepsilon_z - \alpha_a E_a T + 2A\mu, \quad (38)$$

unde :

$$A = \frac{E_a E_b (\alpha_a - \alpha_b) T}{(F-1)E_b + (2\mu - 1)(E_b - FE_a)}; \quad (39)$$

$$\varepsilon_z = \frac{E_b \alpha_b T - E_a \alpha_a T + 2A(\mu_a + \mu_b)}{E_b - E_a F}; \quad (40)$$

$$F = \left[1 - \frac{(h_a + h_b)^2}{h_b^2}\right] \quad (41)$$

La răcire, în afară de tensiunile termice despre care am vorbit, pot să apară (în acoperire) tensiuni datorate transformărilor structurale, care se produc la o temperatură mai mică decît 0,33 T_{top} a materialului bazei și a acoperirii.

$$\sigma_a = \frac{[(\alpha_a - \alpha_b)\Delta T + \Delta\delta]E_a}{(h_a/h_b)(E_a/E_b)(1-\mu_b) + (1-\mu_a)} \quad (42)$$

unde :

$$\Delta\delta = \delta_a - \delta_b ; \quad (43)$$

δ_a, δ_b — deformațiile liniare produse de transformările structurale corespunzătoare materialului acoperirii și bazei.

În mod analog :

$$A = \frac{[(\alpha_a - \alpha_b)T + \Delta\delta]E_a}{(F-1) + (2\mu - 1)(1 - FE_a/E_b)} \quad (44)$$

Formulele stabilite mai sus, folosesc pentru determinarea tensiunii normale maxime

$$\sigma_a = \sigma_{max} \text{ (fig. 2, e).} \quad (45)$$

La metalizare, însă, este necesar să se cunoască distribuția tensiunilor și în zona extremităților, unde tensiunea normală σ_{ax} se micșorează, devine zero, pe cînd tensiunea de forfecare τ_{ax}, forța de desprindere σ_{az} și momentul de încovoiere M_{ax}, ating valorile cele mai mari (vezi fig. 2, c, d, e).

Valorile lui τ_{ax} și σ_{ax} determină integritatea acoperirii (deci calitatea produsului metalizat).

Condițiile funcționării acoperirii sînt analoage condițiilor funcționării fibrei, în matricea unui material compus. În ambele situații, sub acțiunea unei sarcini, lucrează două materiale diferite, legate între ele.

De aceea, pentru determinarea tensiunilor la extremitățile frontale ale acoperirii, se poate utiliza metodologia de calcul folosită la materialele compuse.

Tensiunea normală :

$$\sigma_{ax} = \sigma_{max}\left[1 - \frac{\operatorname{ch}\beta\left(\frac{l}{2} - x\right)}{\operatorname{ch}\left(\beta \cdot \frac{l}{2}\right)}\right] \quad (46)$$

x — distanța de la extremitate la punctul considerat [mm] ;

$$\beta = \sqrt{\frac{G_b}{E_a} \cdot \frac{h_b}{h_b + h_a}} \quad (47)$$

G_b — se exprimă [Pa] ;

l — lungimea epruvetei [mm].

Repartizarea lui σ_{ax} în acoperire se vede în figura 2, c. Cu cît raportul G_b/E_a este mai mare, tensiunea în acoperire crește mai repede.

În planul de trecere a materialului acoperirii în bază, tensiunea tangențială τ_{ax} se determină din examinarea volumului elementar (fig. 2, a).

Din condițiile de echilibru :

$$d\sigma_{ax} \cdot h_a a = \tau_{ax}\, dx \cdot a \quad (48)$$

$$\sigma_{ax} = h_a \frac{d\sigma_{ax}}{dx} = h_a \sigma_{max} \frac{d}{dx}\left[\frac{\operatorname{ch}\beta\left(\frac{l}{2} - x\right)}{\operatorname{ch}\left(\beta \cdot \frac{l}{2}\right)}\right] \quad (49)$$

În figura 2, c este epura lui τ_{ax}.

Dacă $\tau_{ax} < \tau_c$, epura are aspectul curbei cu linie plină.

Dacă $\tau_{ax} > \tau_c$, epura are aspectul curbei trasate cu liniuțe

τ_c — limita curgerii la forfecare ;

$$\tau_c \sim \tau_c/2. \quad (50)$$

Forța de desprindere σ_{az} se determină tot din condiția de echilibru a volumului elementar (fig. 2, a).

$$\sigma_{az} = 2h_a \frac{d\sigma_{ax}}{dx} \quad (51)$$

Deci epura forțelor de desprindere este asemănătoare cu epura forțelor de forfecare.

Făcînd suma momentelor forțelor ce acționează asupra volumului elementar, în raport cu centrul său, putem scrie :

$$M_{ax} = \frac{h_a}{2}\tau_{ax} = \frac{h_a^2}{2}\sigma_{max}\frac{d}{dx}\left[\frac{ch\beta(l/2-x)}{ch(\beta\cdot l/2)}\right] \quad (52)$$

Aceste relații arată că tensiunile în acoperire sînt determinate mai ales de $\Delta\alpha, \Delta T$ și $\Delta\delta$, mărimea lor fiind dependentă de corelarea dintre proprietățile fizico-chimice și dimensiunile acoperirii și bazei (h_a/h_b; E_a/E_b; G_b/E_a etc.).

Tensiunile care apar în acoperire la răcire, la regimuri tehnologice necorespunzătoare, pot depăși valorile admise, ducînd la exfolierea acoperirii.

Influența tensiunilor remanente, asupra condițiilor de funcționare a piesei metalizate, depinde de felul și mărimea lor și de caracterul forțelor exterioare care acționează asupra piesei.

La elaborarea tehnologiilor de depunere, trebuie să se țină seama de o serie de recomandări necesare reducerii tensiunilor în acoperire.

Mijlocul cel mai eficace, în obținerea unor tensiuni remanente cît mai mici, este alegerea judicioasă a materialului acoperirii și bazei. Alegerea se face astfel încît $|\alpha_a - \alpha_b|$ să fie minim, sau $|\alpha_a - \alpha_b|\Delta T + \Delta\delta$ să fie minim.

Există și alte căi de reducere a tensiunilor remanente în acoperire, cum ar fi : crearea la sinterizare a unui cîmp alternativ de temperatură și a unei răciri dirijate. De exemplu, la depunerea prin metalizare a unor acoperiri din aliaje dure (pe arbori, axe sau alte piese din oțel), prin niște orificii axiale ale acestora, este asigurată trecerea continuă a aerului și a apei.

Reducerea tensiunilor remanente mai este posibilă și prin depunerea pe piesă, înainte de metalizare, a unui substrat din materiale de înaltă plasticitate (Cu, Ni etc.).

Tensiunea tangențială τ_{ax}, tensiunea de desprindere σ_{az} și momentul încovoierii M_{ax} sînt proporționale cu σ_{max} și grosimea acoperirii. Deci, prin micșorarea acestora, se vor micșora și tensiunile respective.

În figura 2, c se vede dependența tensiunilor în acoperire de lungimea acesteia. Rezultă că micșorarea acestor tensiuni este posibilă, prin folosirea unor plăci cu lungimea $L<1$, cu condiția să nu existe legătură rigidă între ele.

În tehnologia depunerii prin metalizare, pot fi incluse, de asemenea, și alte mijloace pentru reducerea tensiunilor remanente, cum ar fi : prelucrarea la temperatura camerei prin presare, forjare, rulare la prese, ciocane sau mașini rotative, în matrițe etc. Acest tip de prelucrare îmbunătățește multe proprietăți ale acoperirii (rezistența la rupere, rezistența legăturii cu baza), iar la regimuri înalte îmbunătățește și proprietăți ale materialului bazei (σ_c, Δl).

Tot pentru reducerea tensiunilor remanente, se mai folosește termoprelucrarea, sau prelucrarea cu ultrasunete, pentru obținerea unei structuri corespunzătoare (cu E_a mai mic).

Piesele plane cu pereți subțiri, ale căror acoperiri au un coeficient de dilatare liniară diferit de coeficientul corespunzător bazei, se înconvoaie la răcire, formînd curbura (proporțională cu tensiunea și grosimea acoperirii).

$$\frac{1}{\rho} = 6\frac{\sigma_{max}h_a}{E_b h_b^2} \quad (53)$$

$$\frac{1}{\rho} = 6\frac{\sigma_{max}h_a}{E_a h_b\left(h_b + h_b^{5/4}h_a\right)} \quad (54)$$

$$\rho = l^2/8\delta \quad (55)$$

δ — săgeata.

Micșorînd grosimea acoperirii și σ_{max}, se poate reduce încovoierea produsului.

Ca mijoace tehnologice aplicate pentru reducerea încovoierii enumerăm : aplicarea unei curbări inițiale inverse și fixarea pieselor cu pereți subțiri în dispozitive rigide.

Se pot obține piese cu dimensiuni mai precise și tensiuni mai reduse, dacă se include, în tehnologia lor de prelucrare, presarea sau laminarea la rece.

Alegerea judicioasă a tehnologiei de metalizare, duce la obținerea unor acoperiri de calitate.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Csokàn, P., Nadași, E.:* Acoperirea metalică a suprafețelor, 1979.

[2] *Avdeev :* Metallirovanie, 1978.

[3] *Novicov, I.I. :* Teoria termiceskoi obrabotku metalov, 1974.

[4] *Karakozov, A.S. :* Soedinenia metalov v tverdoi faze, 1976.

[5] *Gâdea, S., Petrescu, M. :* Metalurgia fizică și studiul metalelor, partea II-a, 1982, partea III-a 1983.

[6] *Davîdov :* Teoria corpului solid, 1982.

[7] *Iova, Rodica :* Aspecte neconvenționale ale procesului de difuzie în tehnica depunerilor prin metalizare, a IV-a Conferință Națională de tehnologii neconvenționale, Timișoara, 3—5 noiembrie 1983.

CZ : 621.357

Preocupări în domeniul metalizării prin pulverizare

Ing. Nicolae STĂNCULESCU – I.C.T.C.M. Bucureşti

Reducerea consumurilor de materiale, energie şi combustibili în unităţile productive, obiectiv de primă importanţă al etapei actuale de construire a socialismului în ţara noastră, impune preocupări la scară naţională pentru creşterea fiabilităţii produselor noi, cît şi pentru reintroducerea în circuitul productiv a diferitelor piese şi produse ieşite din uz.

În cele mai multe cazuri, procedeele tehnologice utilizate la recondiţionarea pieselor uzate sînt improprii, iar rezultatele sînt incerte şi costisitoare, ceea ce a dus la convingerea că este preferabilă înlocuirea elementelor sau agregatelor defecte, sau care au ieşit din parametri, cu altele noi. Aceasta a condus la cheltuieli materiale importante pentru executarea sau importul de piese de schimb.

Problemele economice cu care este confruntată lumea contemporană au determinat ţările industrializate ale lumii să facă progrese deosebite în dezvoltarea tehnologiilor de recondiţionare. O pondere din ce în ce mai mare o are metalizarea prin pulverizare, atît pentru reparaţii, cît şi preventiv, pentru creşterea fiabilităţii produselor noi. Metalizarea prin pulverizare este procedeul de acoperire prin topirea materialului de adaos, pulverizarea şi proiectarea acestuia pe piesă.

Prin utilizarea plasmei la topire, a fost extins domeniul şi asupra oxizilor, materialelor ceramice sau cermeţilor, astfel că, practic, în momentul de faţă, orice material fuzibil poate fi depus prin pulverizare.

O clasificare a principalelor procedee de acoperire prin pulverizare, avînd la bază modul în care se realizează topirea materialului de adaos, este prezentată în tabelul 1.

Cea mai mare parte a necesităţilor de acoperire prin pulverizare, preventiv, cît şi pentru recondiţionare, poate fi rezolvată prin utilizarea procedeului cu arc electric cu sîrmă. Pe lîngă aceasta, simplitatea procedeului, ca şi posibilitatea obţinerii în ţară a sîrmelor de metalizare au condiţionat dezvoltarea cu prioritate de către colectivul de terotehnică a procedeului de metalizare prin pulverizare cu arc electric, cu sîrmă.

Pe baza proiectelor colectivului de terotehnică, Întreprinderea „Electroargeş" Curtea de Argeş, execută :

— instalaţie de metalizare cu arc electric, cu sîrmă, echipată cu trei tipuri de pistoale : standard (TEROSPRAY E 3), pentru locuri înguste şi pentru interior ;

— instalaţie de metalizare cu arc electric, cu sîrmă, cu productivitate ridicată ;

— instalaţie de sablare ;

— instalaţie cu hidroclon pentru evacuarea pulberilor metalice ce apar în procesul de pulverizare.

Printre lucrările mai reprezentative realizate de colectivul de terotehnică, în domeniul metalizării cu arc electric, sînt :

a) recondiţionări de :

— arbori cotiţi de motoare (inclusiv motoare navale) şi compresoare ;

— arbori de motoare electrice (pînă la 4200 kW) ;

— arbori port-elice (pentru nave) ;

— arbori pentru mori de cărbune ;

— arbori pentru ventilatoare de la mori de cărbune.

b) acoperiri preventive :

— aluminizări de utilaje pentru industria zahărului ;

— bucşe pentru arbori de pompe de irigaţie de mare capacitate ;

— aluminizare cocă (opera vie) şalupă marină.

Pe lîngă metalizarea cu arc electric, centrul de terotehnică elaborează tehnologii şi pentru alte tipuri de acoperiri prin pulverizare.

Funcţie de necesităţile economiei naţionale, vor fi asimilate echipamentele de pulverizare corespunzătoare depunerii anumitor materiale speciale.

Utilizînd acoperirea prin pulverizare oxiacetilenică cu pulbere, la cald, colectivul de terotehnică a elaborat tehnologia de acoperire preventivă şi de recondiţionare a pistoanelor pompelor de adîncime de extracţie a petrolului. A fost utilizată instalaţia THERMOSPRAY 5 P şi pulbere de tipul 15 E (aliaj pe bază de Ni, Cr, B), produse de firma METCO — S.U.A. Faţă de pistoanele executate anterior (călite cu CIF, sau cromate), noile pistoane, datorită depunerii de pulbere anticorozivă şi antiabrazivă, au o durabilitate de cel puţin 5 ori mai mare.

Acelaşi procedeu a fost utilizat şi pentru acoperirea preventivă, sau recondiţionarea altor piese solicitate puternic la uzare şi coroziune ca : matriţe pentru industria ceramicii, supape, culbutori, tacheţi, arbori cu came etc.

Clasificarea procedeelor de metalizare

Tabelul 1

Mod de topire a materialului de adaus	Forma de prezentare a materialului de adaus	Domenii de utilizare
cu flacără oxiacetilenică variante : — cu propan — cu alte gaze combustibile	— sîrmă — sîrmă tubulară cu înveliș metalic — sîrmă tubulară cu înveliș de material plastic — pulbere metalică la rece (fără topirea ulterioară a depunerii) — pulbere metalică la cald (cu topirea ulterioară a depunerii) — baghete ceramice — pulbere de material plastic	a. ameliorarea coeficientului de frecare (lagăre, ghidaje etc.) b. mărirea durității superficiale (fusuri, lagăre, zone de frecare cu elemente de etanșare etc.) c. mărirea rezistenței, la coroziune d. mărirea rezistenței la abraziune e. mărirea rezistenței la temperaturi ridicate f. izolare termică g. izolare electrică h. recondiționarea pentru recuperarea pieselor uzate i. realizarea de matrițe pentru piese din material plastic, cauciuc etc.
cu arc electric — cu două sîrme — cu mai multe sîrme	— sîrmă — sîrmă tubulară cu înveliș metalic	idem cu excepția punctelor f și g
cu curenți de înaltă frecvență	idem	idem
cu rezistență electrică	aliaj ușor fuzibil topit în creuzet	realizarea de matrițe pentru piese din cauciuc, mase plastice etc.
cu gaze prin detonație	— pulberi metalice — pulberi ceramice — pulberi de cermeți (metaceramice)	mărirea rezistenței la uzare și la temperaturi ridicate mărirea rezistenței la coroziune izolare termică izolare electrică
cu plasmă — cu arc netransferat (jet plasmă) — cu arc transferat	idem pulberi metalice	idem

În domeniul acoperirii prin pulverizare cu jet de plasmă, au fost efectuate depuneri de materiale ceramice sau carburi metalice, pentru creșterea durabilității unor piese solicitate puternic la uzură și/sau coroziune, din industria chimică sau textilă.

Dintre preocupările colectivului de terotehnică, în domeniul metalizării prin pulverizare enumerăm :

— protejarea prin metalizare a pieselor sau subansamblelor din oțel supuse temperaturilor ridicate ;

— pulverizarea de pseudoaliaje ca înlocuitori ai aliajelor de lagăre ;

— realizarea prin metalizare de matrițe pentru cauciuc și materiale plastice ;

— protecții anticorozive, prin metalizare pentru diferite medii etc.

MATERIALE NOI ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

UTILIZAREA MATERIALELOR CERAMICE LA MOTOARELE CU ARDERE INTERNĂ

Ing. Emil **RACHITA** — M.I.C.M. București

Criza petrolieră care afectează serios omenirea de peste un deceniu, cît și măsurile legislative antipoluante tot mai severe, au obligat proiectanții și cercetătorii să sporească neîncetat performanțele motoarelor termice. În acest fel, au crescut pînă la limita maximă solicitările unor piese convenționale din aliaje ușoare, avînd drept consecință scăderea fiabilității lor prin fisurări ale capului pistonului datorită solicitărilor termice, ruperi de piese, ancrasări, gomări de segmenți etc.

S-a născut astfel ideea utilizării unor materiale cu conductibilitate termică scăzută, care ar permite rezolvarea cîtorva din aceste probleme, în special la motorul Diesel, exploatînd posibilitatea creșterii randamentelor datorită temperaturilor mai ridicate de combustie și vizînd, în același timp, sporirea fiabilității și reducerea costurilor de întreținere. În fond, de ce să folosim numai aproximativ 1/3 din energia furnizată în motor prin arderea combustibilului, iar restul să-l lăsăm să se „risipească" prin sistemul de răcire și gazele de evacuare ?

Asistăm în ultimii ani la apariția unor noi materiale, unele folosite deja la navele cosmice, dintre care cele mai interesante par a fi noile ceramici tehnice, care fac posibilă reconsiderarea limitării temperaturii pereților camerei de ardere. Datorită unor caracteristici ale acestor materiale rezistente la temperatură ridicată, uzură și coroziune, se deschid noi perspective în utilizarea și aplicarea lor la turbinele cu gaze, motoarele Diesel și motoarele Stirling.

La motoare, ceramicile reprezintă în acest deceniu ceea ce au fost materialele plastice în timpul anilor '60 pentru echipamentele și accesoriile auto. Și totuși, ceramica s-a folosit la motoare încă de la apariția lor, sub forma porțelanului de la bujii, căruia i se exploatează numai caracteristicile de izolator electric și termic.

Definită ca fiind un produs nemetalic, anorganic și cu structură cristalină, noțiunea generică de ceramică acoperă o multitudine de produse atît de diferite, încît practic aproape că există o ceramică pentru fiecare aplicație.

Dintre ceramicile folosite pentru piesele motoarelor, cel mai adesea au fost luate în considerare nitrurile și carburile de siliciu, care inițial au fost dezvoltate pentru turbine. Se fac, de asemenea, încercări cu oxid de aluminiu (Al_2O_3) și cordierit ($Mg_2Al_4Si_5O_{18}$), dar cele mai promițătoare materiale par să fie oxizii de zirconiu parțial stabilizați cu magneziu sau itriu, titanul de aluminiu ($TiAl_2O_5$) și sialonul („aliaj ceramic" obținut prin sinterizarea nitrurii de siliciu), care se bucură de un mare interes în prezent.

Principalele calități ale ceramicilor sînt : rezistență la temperaturi înalte, coroziune și uzură ; conductibilitate termică de 10÷100 ori mai mică decît la metale ; coeficient de dilatare scăzut ; stare excelentă a suprafeței ; densitate mică ; disponibilitate mare și preț redus al elementelor componente, față de superaliajele ce se folosesc în prezent. În schimb, dezavantajele majore ale ceramicilor sînt fragilitatea la șocuri mecanice și dificultatea prelucrării, pe care ceramiștii caută, în etapa de față, să le elimine.

Oricum, în viitor ceramicile vor fi folosite indubitabil la motoare, cel puțin pentru părțile „calde" din zona camerei de ardere. Scopul esențial al utilizării lor este de a crește randamentul ciclului motor, reducînd pierderile prin sistemul de răcire și exploatînd surplusul de calorii existente în gazele de eșapament ale motorului izolat termic (adiabatic). Acest lucru poate fi obținut folosind fie o turbină cu gaze cuplată la transmisia motorului, fie o turbină cu vapori funcționînd după ciclul Rankine, care dezvoltă un lucru mecanic care se adaugă celui realizat de motor. Un astfel de sistem, format dintr-un motor Diesel adiabatic supraalimentat, legat de o turbină care îi exploatează energia gazelor de eșapament, se va numi ANSAMBLU TURBO-ADIABATIC (TURBOCOMPOUND).

Se speră ca prin folosirea acestei soluții să se ajungă la un consum specific de circa 120 g/CPh. Acest sistem pare să fie deosebit de avantajos pentru instalațiile energetice industriale, unde s-a calculat că reducerea de consum specific este de aproximativ 25 %. Chiar pentru autovehiculele de pasageri cu motoare Diesel adiabatice, supraalimentate fără turbocompound se estimează o reducere a consumului specific cu 12—15 % în comparație cu cele echipate cu motoare convenționale. De precizat însă că numai izolarea termică nu aduce decît un cîștig de 1÷3 % la randamentul motorului.

În afara randamentului sporit, ansamblul turbo-adiabatic conferă și alte avantaje incontestabile: posibilitatea utilizării unor diverși carburanți (motor policarburant) ; funcționare cu rapoarte de comprimare mai mici ; porniri ușoare la rece ; silențiozitate și reducerea nivelului sonor în funcționare ; scăderea substanțială a cantității de noxe în gazele evacuate ; creșterea fiabilității și reducerea costurilor de fabricație și întreținere.

Izolarea termică a „traseului de foc" din motorul adiabatic supraalimentat (piston, cilindru, cameră de ardere, talere și scaune de supape, galerie de evacuare, eventual turbosuflanta) se realizea-

ză în următoarele variante, fiecare prezentînd avantaje, dar și neajunsuri :

a) Realizarea de piese monolitice din ceramică (piston, cilindru, antecameră), care trebuie să suporte în totalitate eforturile mecanice și termice. Deși asigură o foarte bună barieră termică, soluția nu este încă viabilă, datorită rezistenței scăzute a componentelor la șocuri mecanice, astfel că fiabilitatea unui astfel de motor este, deocamdată, mult scăzută (maximum cîteva sute de ore) ;

b) Folosirea de piese mixte ceramică — metal, realizate prin fixarea, prin diverse procedee, a unor plăci ceramice pe piesele metalice ale motorului : capul pistonului, chiulasa, bucșele de cilindru. Acestea conferă o rezistență mecanică sporită, dar pot apărea probleme legate de coeficienții de dilatare diferiți ai materialelor.

c) Acoperiri ceramice relativ subțiri (sub 1 mm) pe piesele metalice ale motorului, prin procedeul de depunere în plasmă, cu posibilitatea interpunerii unor straturi de acroș cu coeficienți de dilatare variabili progresiv de la cel al substratului la cel al materialului de acoperire. Mai mulți constructori de motoare studiază în prezent această tehnică, ce pare promițătoare, deși nu are efectul izolant al variantei a).

Rezultatele obținute pînă acum în folosirea ceramicilor la motoarele cu ardere internă sînt încurajatoare iar motorul adiabatic este încă la debuturile sale. Dacă programele de cercetare și dezvoltare vor reuși, sperăm că vor funcționa motoare Diesel turbo-adiabatice cu randamente apropiate de 50 %. Pentru aceasta, ceramiștii și mai ales motoriștii vor avea mult de lucru, deoarece sînt de așteptat profunde schimbări în ceea ce privește concepția de ansamblu a motoarelor și reproiectarea sistemelor de ungere și combustie.

Așadar, nevoia de noi motoare se impune din ce în ce mai mult iar dovada că ceramicile sînt performante există. Este timpul să acționăm pentru această aplicație.

ATTENTION !

Foreign readers can subscribe through ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box. 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ACHTUNG !

Ausländische Leser können sich abonnieren durch ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ATTENTION !

Les lecteurs étrangèrs de la revue pourront prendre des abonaments par ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ВНИМАНИЕ !

Читатели иностранных стран могут абонироваться при ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

Revista „CONSTRUCȚIA DE MAȘINI", organ al Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini din Republica Socialistă România. Redacția la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcțiilor de mașini, cu sediul în București, Calea Victoriei 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Institutiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poștal la ICTCM, șos. Olteniței nr. 105, București, sector 4, pentru revista „Construcția de mașini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Ploiești" str. Transilvaniei, nr. 29.

metalul încins
în contact cu apa
produce
EXPLOZIE

NU UMPLEȚI OALA DE TURNARE MAI MULT DE 7/8 DIN VOLUMUL EI

PERICOL DE ACCIDENTARE

LA LUCRUL ÎN SPAȚII ÎNCHISE

ASIGURAȚI

~ventilație

~supraveghere

PRECUM și celelalte condiții impuse de N.T.S

Mașină de prelucrat prin electroeroziune

DATE TEHNICE

Cursă automată a capului de lucru	200 mm
Cursă mecanică a saniei capului de lucru	300 mm
Distanța maximă între portelectrod și suprafața mesei de lucru	550 mm
Dimensiunile mesei de lucru	600×400 mm
Cursele mesei de lucru	410×225 mm
Precizia de poziționare a mesei de lucru cu cititor optic	0,01 mm
Dimensiunile baculuí de lucru	925×500 mm
Nivelul maxim a lichidului dielectric	280 mm
Masa maximă a piesei	200 kg
Masa maximă a electrodului	25 kg
Masa mașinii	2 850 kg

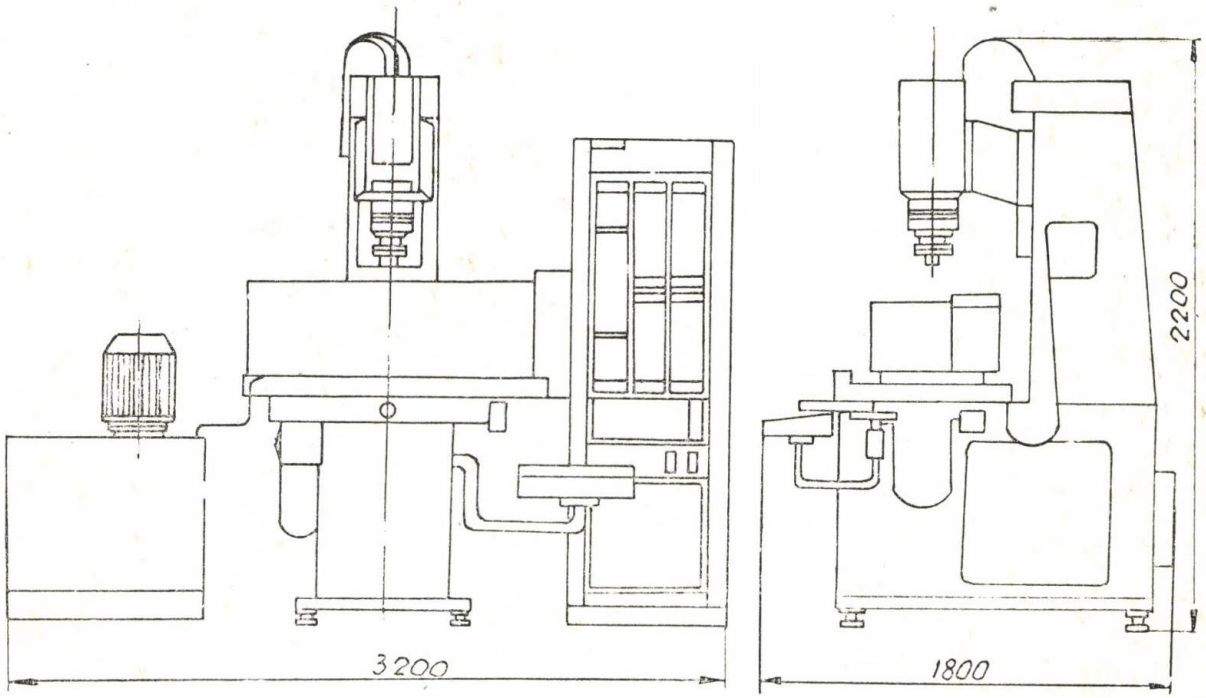
TECHNISCHE DATEN

Automatischer Arbeitskopfhup	200 mm
Mechanischer Hub des Kopfschlittens	300 mm
Maximaler Abstand zwischen Elektrodenhalter und Arbeitstischfläche	550 mm
Tischabmessungen	600×400 mm
Tischhubbereich	410×125 mm
Positionierungsgenauigkeit des Arbeitstisches mit optischen Leser	0,01 mm
Abmessungen der Arbeitsbacke	925×500 mm
Max. Dielektrikumstand	280 mm
Max. Werkstückgewicht	200 kg
Max. Elektrodengewicht	25 kg
Maschinengewicht	2 850 kg

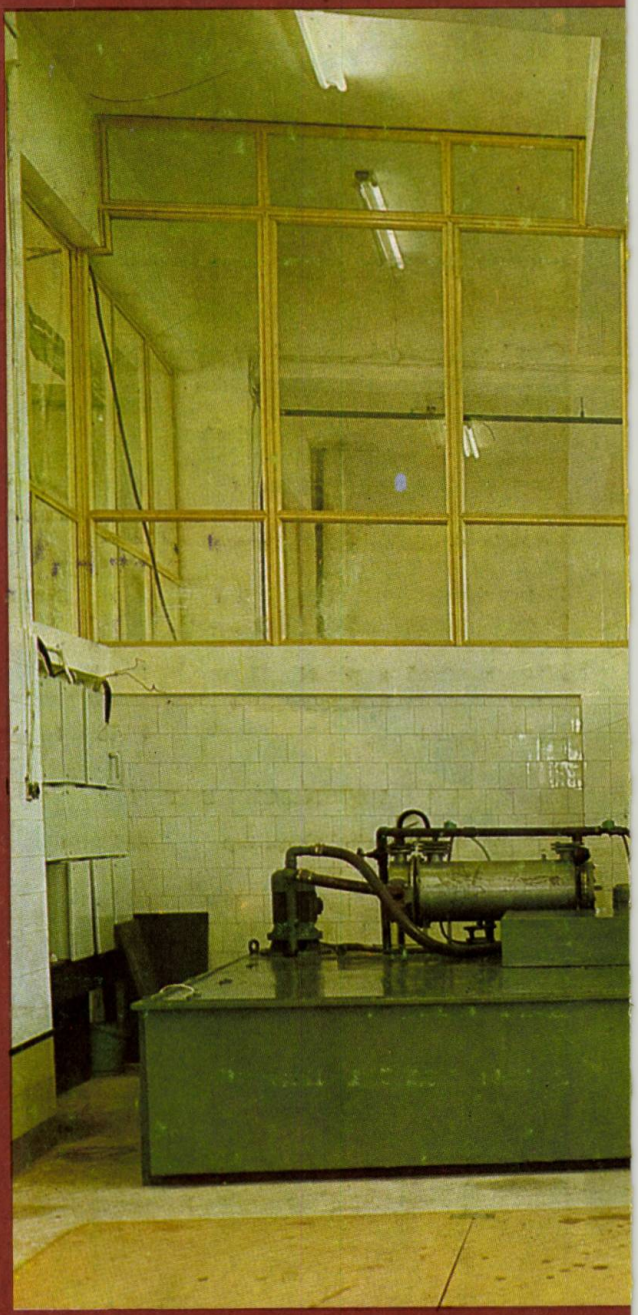
TECHNICAL DATA

Automatic head travel	200 mm
Mechanical travel of head carriage	300 mm
Max. clearance between electrode halter and working table area	550 mm
Overall dimensions of the working table	600×400 mm
Table travel range	410×125 mm
Positioning precision of the working table with optical reader	0,01 mm
Overall dimensions of the work vat	925×500 mm
Max. level of dielectric liquid	280 mm
Max. weight of the part to be worked	200 kg
Max. weight of the electrode	25 kg
Machine weight	2 850 kg

Proiect : I.C.T.C.M. București



ELECTROTIMIȘ
Timișoara, Calea Buziașului nr. 11
Tel. : 961 — 3 75 84 ; 3 77 18 Telex : 43291



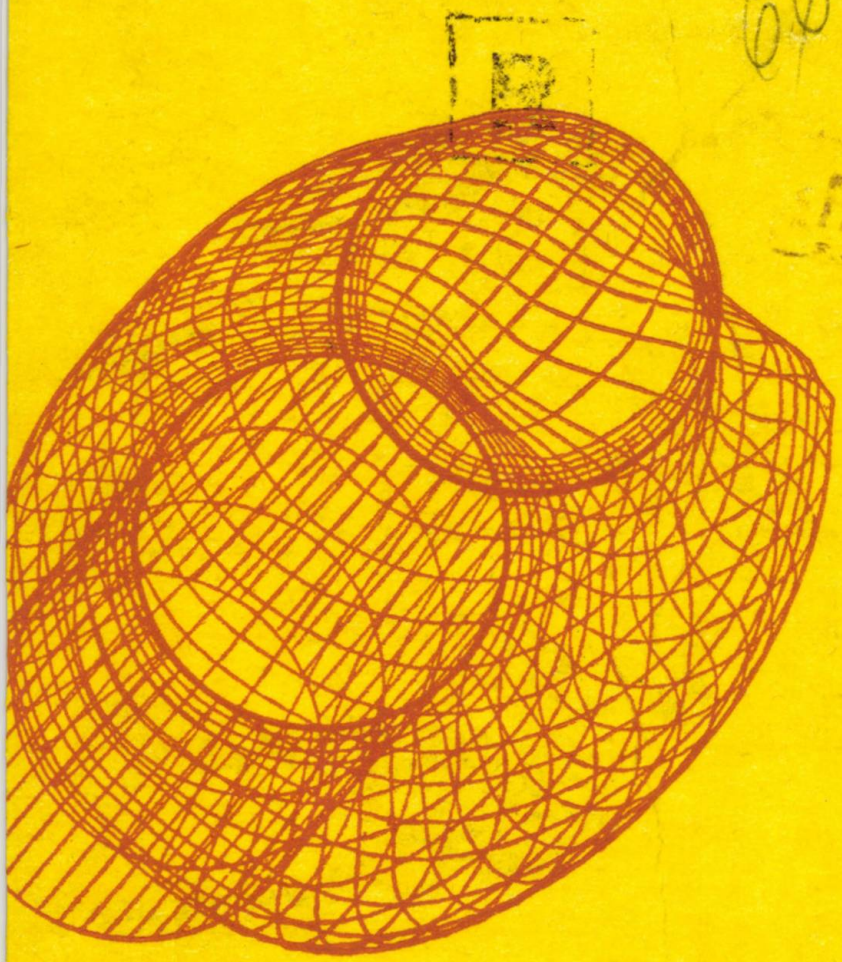
OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

d i f u z e a z ă

materiale de informare despre realizări din țară și din străinătate privind preocupările actuale în domeniul construcțiilor de mașini, de ex.: programul energetic., valorificarea surselor proprii de materii prime, economisirea materiilor prime și reciclarea deșeurilor etc. Difuzează, de asemenea, cataloage de fișe tehnice de produse, tehnologii, mecanizări, din fabricația curentă și din autoutilări, documente normative, materiale documentare în ajutorul proiectării și al producției.

3925 AII 25

E3279
04
66



• PROIECTARE ASISTATĂ DE CALCULATOR

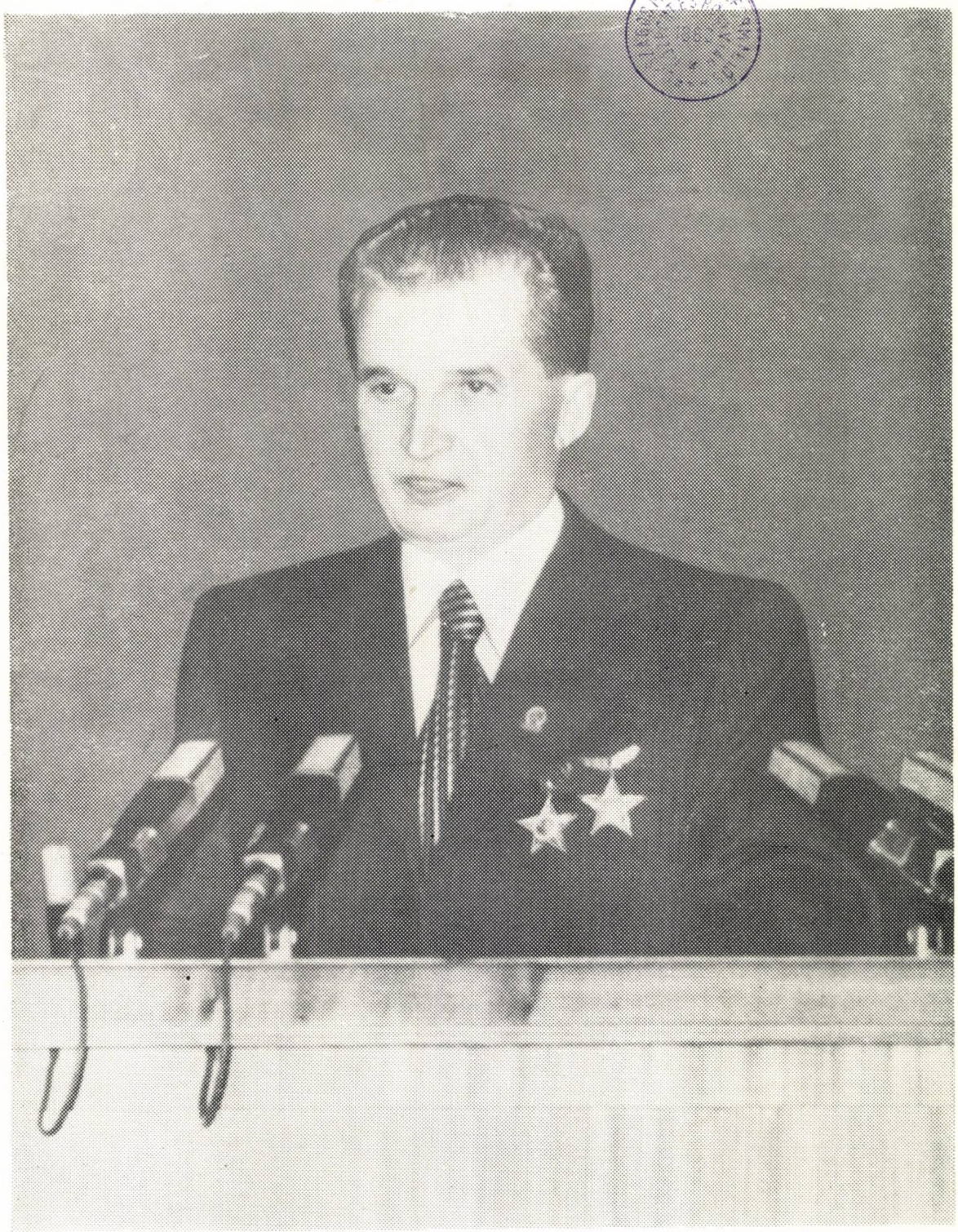
Gép. 1
B 1

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

11

BUCUREȘTI ■ XXXVI ■ NOIEMBRIE ■ 1984

8



Este necesar să acordăm o mult mai mare atenție cercetării științifice, angajării ferme a tuturor institutelor, învățământului superior, în realizarea programelor de ridicare a nivelului tehnic și calitativ, de creare de noi materiale, de noi mașini și utilaje, de a asigura ca știința românească să aibă un rol tot mai important în întreaga dezvoltare economică a patriei noastre.

Trebuie ca, în cincinalul 1986—1990, să înfăptuim o transformare radicală, o adevărată revoluție în ridicarea nivelului tehnic și calitativ al întregii activități din industrie.

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXVI, nr. 11 noiembrie, 1984

CUPRINS

Proiectare asistată de calculator

DINCĂ, FL. : **LIPCON—V 3/SC — un limbaj conversațional de descriere în spațiul tridimensional** 589

GÜRTLER, P. : **Proiectarea, asistată de calculator, a ștanțelor monobloc cu un cuib** 597

MUNTEAN, C., MACOVEI, ADELA, IACOVACHI, FLORINA : **Tipizarea roților dințate cilindrice exterioare din oțel de uz general** 605

TEIANU, N. : **Metodă numerică pentru calculul învelișurilor refractare multistratificate, pentru cuptoare de topire sau încălzire (regim stabilizat termic)** 622

TRUFINESCU, ST., SCHMIDT, V., LAZĂR, MIHAELA, RADU, C., BIZON, GH., GÎRJĂU, E., GHIȚĂ, M., OTETELIȘANU, CRISTINA : **Sistem de pregătire tehnologică a fabricației, asistată de calculator, pentru producția de serie și unicate** 627

TRUFINESCU, ST., BIZON, GH. : **OPTIS — programe pentru optimizarea regimurilor de așchiere la strunjirea cu cuțit** 636

TRUFINESCU, ST., LAZĂR, MIHAELA : RADU, C., BIZON, GH,. GÎRJĂU, E., OTETELIȘANU, C. GHIȚĂ, MARIA : COCORA, OCT. TÎNȚĂREANU, R., MITREA, I., HARALAMBIE, L., DAVIDEANU, I., TOPOLESCU, D. KISCH, MARIANA : **SINOT — sistem de normare operativă, asistată de calculator, pentru producția de serie mijlocie** 642

COCORA, O., TÎNȚĂREANU, R. : **Clasificarea constructivă și tehnologică a familiilor de repere din construcția de mașini-unelte** 647

LÁSZLÓ, FR., BRĂTFĂLEAN, I., VAIDA, CECILIA : **Proiectarea procesului tehnologic de prelucrare pe strung frontal, semiautomat, de conturare, cu ajutorul calculatorului. PROACAMA — sistem de proiectare automată a camelor de comandă** 651

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonator științific : Dr. ing. Gabriela CRIȘAN

SUMARE

CZ : 519.682

Dincă, Fl.: **LIPCON—V 3/SC — Un limbaj conversațional de descriere în spațiul tridimensional.**

Se prezintă în mod succint atît facilitățile oferite utilizatorului de către limbajul LIPCON — V 3/SC, cît și structurarea pe module a pachetului de programe. În partea de descriere a aplicațiilor realizate, tehnologul sau proiectantul își poate forma o opinie asupra modului în care rezolvarea unor aplicații de proiectare și/sau elaborare a tehnologiilor pentru comenzi numerice permite creșterea productivității muncii și eliminarea unor activități de rutină.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 11, 5 fig., 2 tab., 6 ref. bibl.

CZ : 681.3.004 : 621.979.073

Gürtler, P.: **Proiectarea asistată de calculator a ștanțelor monobloc cu un cuib.**

În cadrul articolului se prezintă, în linii generale, principiile ce stau la baza proiectării asistate de calculator a unei familii de ștanțe monobloc cu un cuib, pentru debitarea șaibelor circulare, pe baza sistemului de proiectare automată elaborat de I.C.T.C.M. — București. Principiile prezentate stau la baza elaborării oricărui pachet de programe pentru proiectarea familiilor de produse, în cadrul sistemului mai sus amintit. Pentru ilustrare, se pot urmări trei planșe, desenate cu ajutorul calculatorului, în cadrul unei comenzi a întreprinderii „Tractorul" — Brașov.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 11, 8 fig., 2 tab., 3 ref. bibl.

CZ : 681.3.004.14 : 621.833.1 : 658.516

Muntean, C., Macavei, Adela, Iacovachi, Florina: **Tipizarea roților dințate cilindrice exterioare din oțel de uz general.**

Lucrarea are ca obiect realizarea cu ajutorul mai multor programe de calcul a unor serii tipizate complete de roți dințate cilindrice exterioare și de arbori-pinion din oțel, pe baza unificării geometrice a celor mai răspîndite tipuri utilizate în construcția de mașini. Seriile tipizate sînt destinate să echipeze transmisii mecanice de sine stătătoare, de uz general sau speciale (reductoare, moto-vari-reductoare, motoreductoare etc.), precum și lanțuri cinematice de forță sau de transmitere a mișcării, în cadrul mașinilor, utilajelor și instalațiilor industriale. Criteriile care au stat la baza tipizării au fost:

— criteriul funcțional — realizarea unor serii complete de roți dințate care să ofere posibilitatea realizării unor transmisii mecanice de uz general;

— criteriul tehnologic — realizarea unei unificări geometrice la nivelul elementelor danturii, a elementelor geometrice ale corpului roților și la nivelul numărului de mărci de oțeluri utilizate.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 11, 5 fig., 11 tab., 17 ref. bibl.

CZ : 519.683 : 621.745.3 : 66.043

Teianu, N.: **Metodă numerică pentru calculul învelișurilor refractare multistratificate pentru cuptoare de topire sau încălzire (regim stabilizat termic).**

Metoda propusă determină exact toate temperaturile interfețelor straturilor, inclusiv temperatura exterioară a cuptorului, și poate fi aplicată la toate tipurile de zidărie (plană, cilindrică, sferică), prezentate în paralel, precum și la învelișuri refractare cu un număr „k" de straturi, oricît de mare. Calculele se pot efectua cu calculatorul științific obișnuit, sau pe microcomputere de programare personală autonomă.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 11, 2 fig., 4 ref. bibl.

CZ : 519.682 : 658.51

Trufinescu, St., Schmidt, V., Lazăr, Mihaela, Radu, C., Bizon, Gh., Gîrjău, E., Ghiță, Maria, Otetelișanu, Cristina: **Sistem de pregătire tehnologică a fabricației asistată de calculator pentru producția de serie mică și unicate.**

Este prezentat un sistem complex de proiectare automată a tehnologiilor și de lansare a documentației de fabricație, elaborat pentru întreprinderi constructoare de utilaj chimic și tehnologic. Sînt puse în evidență părțile generale, utilizabile în toate cazurile în care producția este de serie mică sau unicate, precum și părțile specifice unei anumite întreprinderi. Sînt prezentate caracteristicile de exploatarea curentă în 5 întreprinderi, avantajele și eficiența sistemului.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 11, 1 fig., 10 tab., 6 ref. bibl.

CZ : 519.682 : 621.9.01

Trufinescu, St., Bizon, Gh.: **Optis — programe pentru optimizarea regimurilor de așchiere la strunjirea cu cuțit.**

Pachetul de programe OPTIS realizează, printr-o metodă de simulare exhaustivă, determinarea regimurilor optime la strunjirea cu cuțit, după opt criterii independente, sau orice combinație a acestora. Sînt prezentate pe scurt numai contribuțiile originale (metodă, criterii, o parte din modele matematice) și caracteristicile de utilizare. Se dă un exemplu.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 11, 5 fig., 2 tab., 14 ref. bibl.

CZ : 519.682 : 658.516

Trufinescu, St., Lazăr, Mihaela, Radu, C., Bizon, Gh., Girjău, E., Otetelișanu, Cristina, Ghiță, Maria, Cocora, O., Țînțăreanu, R., Mitrea, I., Haralambie, L., Davideanu, I., Topolescu, Diana, Kisch, Mariana: **SINOT — sistem de normare operativă, asistată de calculator, pentru producția de serie mijlocie.**

Este prezentat un sistem de normare operativă, asistată de calculator, pentru prelucrări mecanice pe mașini-unelte universale. Sistemul poate fi utilizat ca atare, dar este astfel conceput, încît să facă parte, ca subsistem, dintr-un sistem de generare, asistată de calculator, a tehnologiilor de fabricație pentru serie mijlocie. Se dă o descriere succintă a componentelor sistemului, sînt prezentate caracteristicile de exploatare și se dă un exemplu. Sistemul de normare operativă, elaborat pentru o întreprindere reprezentativă producătoare de mașini-unelte, conține module de normare care pot fi utilizate în orice întreprindere cu specific construcții de mașini.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 11,

CONTENTS

D.C. : 519.632

Dincă, Fl. : **LIPCON-V 3/SC — A Conversation Language for Outlining in the Three-dimensional Space**

The paper makes a short presentation of both the facilities offered to the user by the LIPCON V 3/SC language, and the module structure of the software package. In the section describing its applications, the technological specialist or designer can form an image on the manner in which the solving of certain instances of use in the designing and/or working out of technologies for numerical controls enables a labour efficiency increase and eliminates certain routine activities.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 11, 5 fig., 2 tables, 6 bibl. papers

559 - 596

D.C. : 681.3.004 : 621.979.073

Gürtler, P. : **Computer-aided Designing of Single-unit Dies with One Cavity**

The paper presents the general principles underlying the computer-aided designing of a family of single-unit dies with one cavity for cutting circular washers starting from the automated design system worked out by I.C.T.C.M. — Bucharest. The principles submitted underlie the working out of any software package for the designing of product families part of the above mentioned system. By may of example, three computer-drawn tables are given part of an order sent by the **Tractorul** Works of Brașov.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 11, 8 fig., 2 tables, 3 bibl. papers

597 - 604

D.C. : 681.3.004.14 : 621.833.1 : 658.516

Muntean, C., Macavei, Adela, Iacovachi, Florina : **Standard Types of Steel External Spur Gears of General Use**

The paper concentrates on achieving complete standard type series of external spur gears and steel gear shafts by using several computing programs to make a general geometric unification of the types mostly used by mechanical engineering. The standard type series are designed for equipping stand-alone mechanical transmissions of general or special use (reducers, motor speed controllers, motor reduction units etc.), as well as power or actuation linkages incorporated in industrial machinery, equipment and installations. These standard types start from the following criteria :

— a functional criterion — the manufacture of complete spur gear series enabling the production of general use mechanical transmissions ;

— a technological criterion — the achieving of a geometrical unificaton at the level of the teeth elements, the wheel body geometrical elements and the number of steel brands used.

Construcția de mașini, 36 (1934), No. 11, 5 fig., 11 tables, 17 bibl. papers

605 - 622

D.C. : 519.683 : 621.745.3 : 66.043

Teianu, N. : **Numerical Method for Computing the Multi-ply Refractory Linings of Melting or Heating Furnaces**

The method submitted provides an exact determination of all the layer interface temperatures, the furnace outside temperature included, and can be applied to all wall types — flat ; — cylindrical; — spherical) parallelly presented, as well as to refractory linings with a „k" layers number, no matter how large. Calculations can be performed by either an ordinary scientific computer, or by microcomputers with independent personal programming.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 11, 2 fig., 4 bibl. papers

622 - 626

D.C. : 519.682 : 658.51

Trufinescu, St., Schmidt, V., Lazăr, Mihaela, Radu, C., Bizon, Gh., Gîrjău, E., Ghiță, Maria, Otetelișanu, Cristina : **Technological Preparation System for the Small and Single-piese Computer-aided Production**

The paper presents a complex system of technology automated designing and manufacturing documentation launching specially worked out for units turning out chemical and technological equipment. The general parts are brought out that can be used in all cases of small and single-piece production, as well as the specific sctions of a certain enterprise. The operation characteristics are presented obtained by current operation in five units. alongside the advantages and efficiency of the system.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 11, 1 fig., 10 tables, 6 bibl. papers

627 - 636

D.C. : 519.682 : 621.9.01

Trufinescu, St., Bizon, Gh. : **Optis Optimizing Programs for Knife Cutting Duties**

The OPTIS software package uses an exhaustive simulation method to establish the optimum knife cutting duties according to eight independent criteria or any combination there of. Only a short presentation is given of the original contributions (method, criteria, part of the mathematical models) and the characteristics of use. A single instance is given.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 11, 5 fig., 2 tables, 14 bibl. papers

636 - 641

D.C. : 519.682 : 658.516

Trufinescu, St., Lazăr, Mihaela, Radu, C., Bizon, Gh., Gîrjău, E., Otetelișanu, Cristina, Ghiță, Maria, Cocora, O., Țînțăreanu, R., Mitrea, I., Haralambie, L. Davideanu, I., Topolescu, Diana, Kisch, Mariana : **SINOT Computer-assisted Operative Rate-setting System for the Average-series Production**

The paper presents a computer-assisted operative rata-setting system for universal machine — tool mechanical processing. The system can be used as such, but it is designed as a sub-system to be included in a computer-assisted generating system for the average production technologies. The paper moreover gives a short description of the system components, presents the operating characteristics and gives an instance. The operative rate-setting system worked out for a representative machine — tool production unit includes rate-setting modules that can be used in any mechanical engineering works.

Construcția de mașini, 36 (1984), No. 11

642 - 646

SOMMAIRES

CD : 519.682

Dincă, Fl. : **LIPCON—V3/SC — un langage conversationnel de description de l'espace tridimensionnel.**

On présente succintement les facilités qu'offre à l'utilisateur le langage LIPCON—V3/SC, ainsi que la structuration sur modules du paquet de programmes. Dans la partie décriant les applications réalisées, le technologue ou l'ingénieur d'étude peut se rendre compte du mode grâce auquel la solution de certaines applications d'élaboration des projects et/ou des technologies pour commandes numériques permet d'accroître la productivité du travail et l'élimination d'une série d'activités de routine.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 11, 5 fig., 2 tabl., 6 réf.

CD : 681.3.004 : 621.979.073

Gürtler, P. : **L'élaboration, assistée par calculatrice, du projet des matrices monobloc à empreinte unique.**

L'article présente, en lignes générales, les principes sur lesquels repose l'élaboration assistée par calculatrice du projet d'une famille de matrices monobloc à empreinte unique, pour le débitage des rondelles circulaires, selon le système de projet automatique élaboré par I.C.T.C.M. — Bucarest. Les principes présentés constituent la base de l'élaboration de tout le paquet de programmes servant à l'élaboration du projet des familles de produits, dans le cadre du système ci-dessus mentionné. Trois planches dessinées à l'aide de la calculatrice, pour une commande de l'entreprise „Tractorul" de Braşov, illustrent le système.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 11, 8 fig., 2 tabl., 3 réf.

CD : 681.3.004.14 : 621.833.1 : 658.516

Muntean, C., Macavei, Adela, Iacovachi, Florina : **Standardisation des roues dentées cylindriques extérieures en acier à usage général.**

L'objet de cet ouvrage c'est de réaliser, à l'aide de plusieurs programmes de calcul, de séries complètes, standardisées, de roues dentées cylindriques extérieurs et d'arbres-pignon en acier, par l'uniformisation géométrique des types les plus utilisées dans le domaine des constructions mécaniques. Les séries standardisées sont destinées à l'équipement des transmissions mécaniques indépendantes, à usage général ou spécial (réducteurs, moto-vario-réducteurs, motoréducteurs etc.), ainsi que des chaînes cinématiques de force ou de transmission du mouvement, dans le domaine des machines, outillages et instalations industrielles. La standardisation reposait sur :

— le critère fonctionnel — la réalisation de séries complètes de roues dentées permettant d'obtenir des transmissions mécaniques à usage général :

— le critère technologique — la réalisation d'une uniformisation géométrique au niveau des éléments de la denture, des éléments géométriques du corps des roues et au niveau du nombre de marques des aciers utilisées.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 11, 5 fig., 11 tabl., 17 réf.

CD : 519.683 : 621.745.3 : 66.043

Teianu, N. : **Méthode numérique pour le calcul des recouvrements réfractaires multi-stratifiés destinés aux fours de fonte ou de chauffage (régime thermiquement stabilisé).**

La méthode proposée détermine exactement toutes les températures des interfaces des couches, y compris la température extérieure du four ; elle peut être appliquée à tous les types de maçonnerie (plane, cylindrique, sphérique) présentées en parallèle, ainsi qu'aux recouvrements réfractaires à un nombre „k" de couches de n'importe quelle grandeur. Les calculs peuvent être effectués à l'aide de la calculatrice scientifique usuelle, ou bien à l'aide de microcomputers de programmation autonome.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 11, 2 fig., 4 réf.

CD : 519.682 : 658.51

Trufinescu, St., Schmidt, V., Lazăr, Mihaela, Radu, C., Bizon, Gh., Gîrjău, E., Ghiţă, Maria, Otetelişanu, Cristina : **Système de préparation technologique de la fabrication, assistée par calculatrice, pour la production de petite série et de pièces uniques.**

On présente un système complexe d'étude-projet automatique des technologies et de lancement de la documentation de fabrication, élaboré pour les entreprises constructrices d'outillage chimique et technologique. On met en évidence les parties générales, utilisables dans tous les cas d'une production de petite série ou de pièces uniques, ainsi que les parties specifiques à une certaine entreprise. On présente les caractéristiques d'exploitation, obtenues par l'exploitation courante dans cinq entreprises, ainsi que les avantages et l'efficience de ce système.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 11, 1 fig., 10 tabl., 6 réf.

CD : 519.682 : 621.9.01

Trufinescu, S., Bizon, Gh. : **OPTIS — programmes pour l'optimisation des régimes de coupe des tours à couteau.**

Le paquet de programmes OPTIS réalise, par une méthode de simulation exhaustive, la détermination des régimes optimaux de coupe des tours à couteau, selon huit critères indépendants, ou toute autre combinaison de ceux-ci. On présente brièvement seulement les contributions originales (méthode, critères, une partie des modèles mathématiques) et les caractéristiques d'utilisation. On présente également un exemple.

Construnţia de maşini, 36 (1984), no. 11, 5 fig., 2 tabl., 14 réf.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 519.682

Dincă, Fl. : **LIPCON—V 3/SC — eine Konversations-Programmiersprache zur Beschreibung in dreidimensionalem Raum.**

Beschrieben werden — in gedrängter Form — sowohl die von der Programmiersprache LIPCON—V 3/SC dem Anwender gebotenen Erleichterungen als auch die Strukturierung nach Modulen des Programmpakets. Aus der Beschreibung der durchgeführten Anwendungen kann sich der Technologe oder Projektant eine Meinung bilden, über die Art und Weise in der die Lösung von Aufgaben im Erstellen der Fertigungsunterlagen und/oder in der Ausarbeitung der Technologien für numerische Steigerung der Arbeitsproduktivität und die Ausschaltung von Routinearbeit ermöglicht.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 11, 5 Fig., 2 Tab., 6 Lit.

DK : 681.3.004 : 621.979.073

Gürtler, P. : **Das rechnerunterstütze Erstellen der Fertigungsunterlagen für die Monoblock-Einlochstanzpressen.**

Im Beitrag werden die Prinzipien angeführt, auf denen das rechnerunterstützte Erstellen der Fertigungsunterlagen für eine Familie von Monoblock-Einlochstanzpressen zum Ausschneiden der ringförmigen Scheiben aufgrund des von ICTCM — Bukarest ausgearbeiteten Systems zur automatischen Projektierung beruht. Die beschriebenen Grundsätze liegen der Ausarbeitung eines jedwelchen Programmpakets zur Erstellen der Fertigungsunterlagen für Erzeugnisfamilien innerhalb des o.e. Systems zugrunde. Zur Veranschaulichung werden 3 Taflen veröffentlicht, die mit Hilfe des Rechers für einen von Tractorul-Betrieb in Braşov ausgeführten Auftrag hergestellt wurden.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 11, 8 Fig., 2 Tab., 3 Lit.

DK : 681.3.004.14 : 621.833.1 : 658.516

Muntean, C., Macavei, Adela, Iacovachi, Florina : **Die Typisierung der Stirnzahnräder mit Außenverzahnung aus gebrauchsüblichem Stahl.**

Der Beitrag hat zum Gegenstand die Ausführung mit Hilfe von mehreren Berechnungsprogrammen der typisierten vollständigen Serien von Stirnzahnrädern mit Außenvenzahnung und der Ritzelwellen aus Stahl durch die geometrische Vereinheitlichung der im Maschinenbau am meisten verwendeten Typen. Die typisierten Serien sind zur Bestückung von unabhängig arbeitenden, allgemein verwendbaren oder von speziellen Getrieben (Untersetzungsgetriebe, Motor-, Wechselgetriebe, Motor-Untersetzungsgetriebe u.a.) und von kinematischen Ketten zur Kraft- und Bewegungsübertragung bei Maschinen und Industrieanlagen und — einrichtungen bestimmt. Die Kriterien, die der Typisierung zugrunde lagen, waren :

— das funktionelle Kriterium — die Entwicklung von vollständigen Zahnradserien, welche die Möglichkeit bieten, mechanische Getriebe für den allgemeinen Einsatz herzustellen ;

— das technologische Kriterium — die Durchführung einer geometrischen Vereinheitlichung der Verzahnungselemente, der geometrischen Elemente der Radkörper und der verwendeten Stahlmarken.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr 11, 5 Fig., 11 Tab., 17 Lit.

DK : 519.683 : 421.745.3 : 66.043

Teianu, N. : **Ein numerisches Verfahren zur Berechnung der vielschichtigen hitzebeständigen Bekleidungen für Schmelz — und Wärmeöfen (in stabilisiertem Wärbebetrieb).**

Das vorgeschlagene Verfahren bestimmt genau die Temperatur in allen Zwischenräumen der Bekleidung einschließlich der Außentemperatur des Ofens und kann für jeden Typ von den gleichzeitig beschriebenen Mauerwerken (ebenen, zylindrischen, sphärischen) wie auch von hitzebeständigen Bekleidungen mit einer beliebig großen k-Anzahl von Schichten angewandt werden. Die Berechnungen können mit Hilfe eines gewohnlichen Forschungsrechners oder eines programmierbaren Personal — Mikrocomputers ausgeführt werden.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 11, 2 Fig., 4 Lit.

DK : 519.682 : 658.51

Trufinescu, St., Schmidt, V., Lazăr, Mihaela, Radu, C., Bizon, Gh., Gîrjău, E., Ghiţă, Maria, Otetelişanu, Cristina : **Ein System zur technologischen Vorbereitund der rechnergestützten Produktion in der Kleinserien — und Einzelfertigung.**

Beschrieben wird ein komplexes System zum automatischen Erstellen der Technologien und zur Überleitung der Dokumentationsunterlagen in die Produktion, das für Betriebe ausgearbeitet wurde, die chemische und technologische Anlagen herstellen. Beschrieben werden die allgemeinen Teile, die in allen Fällen der Kleinserin — und Einzelfertigung zur Anwendung gelangen wie auch die Teile, die für einen bestimmten Betrieb spezifisch sind. Präsentiert werden auch die Betriebskenndaten, die im laufenden Betrieb in 5 Einheiten ermittelt wurden wie auch die Vorteile und die Effizienz des Systems.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 11, 1 Fig., 10 Tab., 6 Lit.

DK : 519.682 : 621.9.01

Trufinescu, S., Bizon, Gh. : **Die OPTIS — Programme zur Optimierung der Schneidevorgänge bei dem mit einem Schneidwerkzeug ausgefürten Spanen**

Das OPTIS — Programmpaket gewährleistet durch eine Simulation — Exhaustionsmethode die Ermittlung der optimalen Schneidevorgänge bei dem mit einem Schneidwerkzeug ausgeführten Spanen nach acht unabhängigen Kriterien oder ihrer jedwelchen Kombination. Anschließend werden kurz nur die originellen Beiträge (Methode, Kriterien, ein Teil der methematischen Modelle) und die Anwendungskenndaten beschrieben. Es wird auch ein Beispiel angefürht.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 11, 5 Fig., 2 Tab., 14 Lit.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК : 519.682

Динкэ, Фл. : **LIPCON-V 3/SC — Диалоговый язык описания в трехразмерном пространстве**

Вкратце представлены как удобства, предоставленные потребителю языком LIPCON-V 3/SC, так и модульная структура пакета программ. В части описания выполненных применений, технолог или проектировщик может создать представление о способе, в котором решение некоторых применений при проектировании и/или разработке технологий для числовых управлений позволяет рост производительности труда и исключение обычных действий.

„Construcţia de maşini"
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 11, 5 рис., 3 табл., 6 лит.

ДК : 681.3.004 : 621.979.073

Гюрглер, П. : **Проектирование при помощи ЭВМ моноблочных штампов с одним гнездом**

В статье представлены в общих чертах принципы, лежащие в основе проектирования при помощи ЭВМ семейства моноблочных штампов с одним гнездом для вырезки круговых шайб на основе системы автоматического проектирования, разработанной институтом ИЧТЧМ — Бухарест. Представленные принципы лежат в основе разработки любого пакета программ для проектирования семейств изделий в рамках вышеуказанной системы. Для иллюстрации приведены 3 чертежа, вычерченных при помощи ЭВМ по заказу предприятия „Тракторул" в г. Брашов.

„Construcţia de maşini"
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 11, 8 рис., 2 табл., 3 лит.

ДК : 681.3.004.14 : 621.833.1 : 658.516

Мунтян, К., Макавей, Адела, Яковани, Флорина : **Типизирование стальных наружных цилиндрических зубчатых колес общего назначения**

Предметом данной работы является создание при помощи некоторых расчетных программ полных типизированных серий наружных цилиндрических зубчатых колес и шестеренчатых валов из стали на основе геометрического унифицирования самых распространенных типов, используемых в машиностроении. Типизированные серии предназначены для оснащения самостоятельных механических передач общего назначения или специальных (редукторы, мото-вари-редукторы, моторедукторы и т.д.), а также силовых кинематических цепей или цепей для передачи движения, в рамках станковпромышленного оборудования и установок. В основе типизирования лежали следующие критерии:

— функциональный критерий — создание полных серий зубчатых колес, которые даст возможность реализации механических передач общего назначения;

— технологический критерий — создание геометрического унифицирования на уровне элементов зубъев, геометрических элементов корпуса колёс и на уровне количества марок, используемых сталей.

„Construcţia de maşini"
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 11, 5 рис., 11 табл., 17 лит.

ДК : 519.683 : 621.745.3 : 66.043

Теяну, Н. : **Числовой метод расчета огнеупорных многослоистых покрытий для плавильных и нагревательных печей (термически стабилизированый режим)**

Предложенный метод точно определяет все значения температур между поверхностями контакта слоев. в том числе наружную температуру печи и может быть применен для всех типов кладки (— плоская — цилиндрическая, — сферическая) параллельно представленных, а также для огнеупорных покрытий с количеством „к" слоев любой величины. Расчеты можно производить при помощи обычной ЭВМ или микро — ЭВМ автоматического самостоятельного программирования.

„Construcţia de maşini"
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 11, 2 рис., 4 лит

ДК : 519.682 : 658.51

Труфинеску, Шт., Шмидт, В., Лазэр, Михаела, Раду, К., Бизон, Г., Гуржэу, Е., Гицэ, Мария, Отетелишану, Кристина : **Система технологической подготовки производства при помощи ЭВМ для мелкосерийного и уникального производства**

Представлена комплексная система автоматического проектирования технологий и выпуска рабочей документации, разработанная для предприятий, изготовляющих химическое и технологическое оборудование.

Выявлены общие части, используемые во всех случаях мелкосерийного и уникального производства а также части, специфические для определенного предприятия. Представлены эксплуатационные характеристики, полученные в результате текущей эксплуатации на 5 предприятиях, преимущества и эффективность системы.

„Construcţia de maşini"
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 11, 1 рис., 10 табл., 6 лит.

ДК : 519.682 : 621.9.01

Труфинеску, Шт., Бизон, Г. : **Optis — программы для оптимизации режимов резания при токарной обработке резцом**

При помощи пакета программ Optis осуществляется, на основе симулирующего исчерпывающего метода, определение оптимальных режимов резания при токарной обработке резцом по 8 самостоятельным критериям или любой их комбинации. Вкратце представлены только оригинальные вклады (метод, критерии, часть математических моделей) и характеристики использования. Дается пример.

„Construcţia de maşini"
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 11, 5 рис., 2 табл., 14 лит.

ДК : 519.682 : 658.516

Труфинеску, Шт., Лазэр, Михаела, Раду, К., Бизон, Г., Гырджэу, Е., Отетелишану, Кристина, Гицэ, Мария Кокора, О., Цынцэреану, Р., Митреа, И., Хараламбие, Л. Дивидеану, И., Тополеску, Диана, Киш, Мариана : **SINOT — система оперативного нормирования при помощи ЭВМ для среднесерийного производства**

Представлена система оперативного нормирования при помощи ЭВМ для механической обработки на универсальных станках. Система может быть использована самостоятельно, но саздана так, чтобы могла в качестве подсистемы войти в систему разработки при помощи ЭВМ технологий среднесерийного производства. Дается краткое описание составных частей системы, представлены эксплуатационные характеристики и пример Система оперативного нормирования, разработанная для ведущего станкостроительного предприятия содержит модули нормирования, которые могут быть использованы на любом машиностроительном предприятии.

„Construcţia de maşini"
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 11.

CZ : 658.5 : 681.3.004.14

Cocora, O., Ţînţăreanu, R.: **Clasificarea constructivă şi tehnologică a familiilor de repere din construcţia de maşini-unelte**

Este prezentat SCT-10, un sistem de clasificare tehnologică după 10 criterii a reperelor specifice construcţiei de maşini-unelte. Sistemul a fost dezvoltat pentru a răspunde cerinţelor impuse de uilizarea sa în cadrul unui sistem de proiectare tehnologică asistată de calculator, elaborat în colaborare cu I.C.T.C.M. SCT-10 poate fi adaptat cu uşurinţă la alte întreprinderi cu specific asemănător.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 11, 1 fig., 2 tab., 6 ref. bibl.

CZ : 681.3.004.14 : 519.682 : 621.835

László, Fr., Brătfălean, I., Vaida, Cecilia: **Proiectarea procesului tehnologic, de prelucrare pe strung frontal, semiautomat, de conturare, cu ajutorul calculatorului. PROACAMA — sistem de proiectare automată a camelor de comandă**

Pregătirea tehnologică, proiectarea şi execuţia camelor de comandă, necesare pentru prelucrare pe strungul frontal semiautomat de conturare, reclamă timp îndelungat. Sistemul „PROACAMA" de proiectare cu calculator reduce considerabil durata pregătirii, făcînd posibilă utilizarea acestor maşini şi la serii mici şi mijlocii de fabricaţie.

Construcţia de maşini, 36 (1984), nr. 11,

D.C. : 658.5 : 681.3.004.14

Cocora, O., Ţînţăreanu, R.: **Structural and Technological Classification of Components Families in Machine — tool Building**

The presentation focusses on SCT-10, a technological classification system according to 10 criteria of the components specific for the machine — tool building. The system has been created for meeting the requirements called for by its use as part of a computer-assisted technological designing system jointly worked out with I.C.T.C.M. SCT-10 can be easily adapted for other units of a similar character.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 11, 1 fig., 2 tables, 6 bibl. papers

---

D.C. : 681.3.004.14 : 519.682 : 621.835

László, Fr., Brătfălean, I., Vaida, Cecilia: **Computer-assisted Designing of the Technological Machining Process with Semi-automated Contouring Face Lathes. PROACAMA Automated Design System of Control Cams.**

The technological preparing, designing and manufacture of control cams necessary for machining by semi-automated contouring face lathes require a long time. The PROACAMA system of computer-assisted design considerably reduces the preparation time, enabling the use of these machines for small and average production.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 11

Cd : 519.682 : 658.516

Trufinescu, St., Lazăr, Mihaela, Radu, C., Bizon, Gh., Girjău, E., Otetelişanu, Cristina, Ghiţă, Maria, Cocora, O., Ţînţăreanu, R., Mitrea, I., Haralambie, L., Davideanu, I., Topolescu, Diana, Kisch, Mariana: **SINOT — un système de standardisation opérationnelle, assistée par calculatrice, pour la production de série moyenne.**

L'article présente un système de standardisation opérationnelle, assistée par calculatrice, pour les usinages mécaniques sur machines-outils universelles. Ce système peut être utilisé tel quel, mais sa conception lui permet de faire partie — en tant que sous-système — d'un système d'élaboration, assisté par calculatrice, des technologies de fabrication de série moyenne. On présente une description succinte des composants du système et les caractéristiques d'exploitation, de même qu'un exemple. Le système de standardisation opérationnelle, élaboré pour une entreprise représentative productrice de machines-outils, contient des modules susceptibles d'être utilisés dans n'importe quelle entreprise spécialisée dans la construction de machines.

Construcţia de maşini, 36 (1984, no. 11,

Cd : 658.5 : 681.3.004.14

Cocora, O., Ţînţăreanu, R.: **Classification constructive et technologique des familles de repères dans le domaine de la construction de machines-outils.**

On présente le système SCT—10 de classification technologique selon 10 critères des repères spécifiques à la construction de machines-outils. Ce système à été développé en vue de répondre aux demandes imposées par son utilisation dans le cadre d'un système d'étude-projet technologique assisté par calculatrice, élaboré en collaboration avec I.C.T.C.M. Le SCT—10 peut être facilement adapté à d'autres entreprises spécialisées dans le même domaine.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 11, 1 fig.,2 tabl., 6 réf.

Cd : 681.3.004.14 : 519.682 : 621.835

László, Fr., Brătfălean, I., Vaida, Cecilia: **Projet du processus technologique d'usinage sur le tour frontal, semi-automatique, de contour, à l'aide de la calculatriec. PROACAMA — un système de projet automatique des cames de commande.**

La préparation technologique, le projet et l'exécution des cames de commande nécessaires à l'usinage sur le tour frontal semiautomatique de contour, réclament un temps assez long. Le système PROACAMA d'étude-projet à l'aide de la calculatrice réduit considérablement la durée de la préparation, permettant d'utiliser ces machines à la fabrication de séries petites et moyennes.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 11

DK : 519 : 682 : 658.516

Trufinescu, St., Lazăr, Mihaela, Radu, C., Bizon, Gh., Girjău, E., Otetelişanu, Cristina, Ghiţă, Maria, Cocora, O., Ţînţăreanu, R., Mitrea, I., Haralambie, L., Davideanu, I., Topolescu, Diana, Kisch, Mariana: **SINOT — ein rechnergestütztes System zur operativen Normung für die Mittelserienfertigung**

Beschrieben wird ein System zur rechnergestützten operativen Normung für die auf Universal — Werkzeugmaschinen vorgenommenen Bearbeitungsvorgänge. Das System kann als solches angewandt werden, es ist aber derart ausgeführt, um als Untersystem in ein System zur rechnergestützten Erstellen von Technologien für die Mittelserienfertigung eingegiedert zu werden. Es folgt eine kurze Beschreibung der Systemkomponenten, die Anführung der Betriebskenndaten und eines Beispiels. Das für einen repräsentativen Werkzeugmaschinenbetrieb ausgearbeitete System zur operativen Normung enthält Normungsmodule, die in jedwelchen Maschinenbetrieb angewandt werden können.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 11,

DK : 658.5 : 681.3.004.14

Cocora, O., Ţinţărean, R.: **Die bau — und verfahrenstechnische Klassifikation der Werteilfamilien im Werkzeugmaschinenbau**

Beschrieben wird SCT-10, ein System zur verfahrenstechnische Klassifikation nach 10 Kriterien der für den Bau der Werkzeugmaschinen spezifischen Werkteile. Das System wurde entwickelt, um den Anforderungen gerecht zu werden, die durch seine Anwendung im Rahmen eines in Zusammenarbeit mit ICTCM ausgearbeiteten rechnergestützten System zum technologischen Erstellen von Fertigungsunterlagen gestellt werden. SCT-10 kann leicht auch anderen Betrieben mit ähnlichen Fertigungsprofil angepaßt werden.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 11, 1 Fig., 2 Tab., 6 Lit.

DK : 681.3.004.14 : 519.682 : 621.835

László, Fr., Brătfăleanu, I., Vaida, Cecilia: **Das rechnerunterstüzte Erstellen der Unterlagen für den technologischen Bearbeitungsprozeß auf bahngesteurten Kopfdrehmaschinen mit halbautomatischem Betrieb. PROACAMA — das System zum automatischen Erstellen der Fertigungsunterlagen für Steuernocken**

Die technologische Vorbereitung, das Erstellen der Fertigungsunterlagen und die Ausführung der Steuernocken für bahngesteuerte Kopfdrehmaschinen mit halbautomatischem Betrieb erfordert einen großen Zeitaufwand. Das rechnerunterstützte PROACAMA — System bewirkt eine beträchtliche Herabsetzung der Vorbereitungsdauer und ermöglicht den Einsatz dieser Maschinen auch in der Klein — und Mittelserienfertigung.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 11,

ATTENTION !

Foreign readers can subscribe through ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box. 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

ATTENTION !

Les lecteurs étrangèrs de la revue pourront prendre des abonaments par ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

ДК : 658.5 : 681.3.004.14

Кокора, О., Цынцэреану, Р.: **Конструктивная и технологическая класификация семейств деталей станкостроения**

Представлена система SCT—10 система технологической классификации по 10 критериям деталей. характерных для станкостроения. Система была разработана для удовлетворения требований, вызванных ее использованием в рамках системы технологического проектирования при помощи ЭВМ, разработанной в сотрудничестве с институтом ИЧТЧМ. Система SCT—10. может быть легко адаптирована для ее использования на других предприятиях подобного профиля.

„Construcţia de maşini"
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 11, 1 рис., 2 табл., 6 лит.

ДК : 681.3.004.14 : 519.682 : 621.835

Лазло, Фр., Брэтфэлеан, И., Вайда, Чечилия : **Проектирование технологического процесса обработки на полуавтоматическом контурном лоботокарном станке при помощи ЭВМ PROACAMA — система автоматического проектирования командного кулачка.**

Технологическая подготовка, проектирование и изготовление командных кулачков, необходимых для обработки на полуавтоматическом контурном лоботокарном станке требуют длительного времени. Система PROACAMA проектирования при помощи ЭВМ значительно уменьшает время подготовки и дает возможность использования этих станков и для мелко — и среднесерийного производства.

„Construcţia de maşini"
(Машиностроение), 36 (1984 г.), н. 11.

ACHTUNG !

Ausländische Leser können sich abonnieren durch ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

ВНИМАНИЕ !

Читатели иностранных стран могут абонироваться при ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

Revista „CONSTRUCŢIA DE MAŞINI", organ al Ministerului Industriei Construcţiilor de Maşini din Republica Socialistă România. Redacţia la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcţiilor de maşini, cu sediul în Bucureşti, Calea Victoriei 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poştal la ICTCM, şos. Olteniţei nr. 105, Bucureşti, sector 4, pentru revista „Construcţia de maşini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Ploieşti" str. Transilvaniei, nr. 29.

CZ : 519.682

LIPCON-V 3/SC — Un limbaj conversațional de descriere în spațiul tridimensional

Ing. Florea **DINCĂ** – I.C.T.C.M. București

Introducere

Limbajul este destinat proiectanților și tehnologilor utilizatori pentru proiectarea constructivă și tehnologică asistată de calculator. Sînt asigurate ambele moduri de lucru : batch și conversațional, ceea ce conferă limbajului o flexibilitate deplină.

LIPCON-V 3/SC este un limbaj de tip PROCESSOR, rezultatele prelucrării informațiilor geometrice de intrare fiind depuse într-un fișier de informații geometrice prelucrate. Prelucrarea acestor informații se face prin modulele de tip POST-PROCESSOR, care asigură, atît reprezentarea corpului descris de utilizator pe ecranul unui display grafic, sau pe plotter, în formă simplificată sau conform convențiilor de reprezentare a desenelor de execuție (formate standard, cotări, adnotări, etc.), cît și generarea de traiectorii a sculelor în cazul prelucrării acestor piese pe mașini cu cartele parametru.

Configurarea rezultatelor, în funcție de nevoile unui anumit utilizator (fie proiectant, fie tehnolog), sau de echipamentul de calcul și periferiecle specifice disponibile, se face printr-o particularizare la nivel de limbaj, sau de program-utilizator, cu ajutorul unor cartele parametru.

Limbajul conține facilități suficiente pentru descrierea cu ușurință a corpurilor de orice fel, manipularea acestora prin roto-translații în spațiu, transformări de scară etc. Există, de asemenea, facilități de memorare dinamică parțială sau completă a corpului, interogarea și modificarea unei descrieri anterioare.

Folosirea limbajului FORTRAN-IV, ca limbaj principal de realizare a PROCESSORului LIPCON-V 3/SC, asigură acestuia o portabilitate mare și o adaptare ușoară pe configurații de calcul diverse.

Facilitățile limbajului LIPCON-V 3/SC

Utilizarea facilităților de lucru permise în LIPCON-V 3/SC se face în cadrul unei structuri convenționale controlate de limbaj și numită program-sursă LIPCON*).

Un program-sursă LIPCON este alcătuit dintr-o succesiune de definiții și instrucțiuni care respectă convențiile impuse de limbaj. Programul-sursă constituie o unitate structurală distinctă maximă, tratabilă prin toate fazele de prelucrare și pentru care la sfîrșitul prelucrării se pot obține rezultatele standard prevăzute de limbaj.

Un program-sursă este alcătuit din :

— programul principal LIPCON ;

— subprograme LIPCON (macroinstrucțiuni LIPCON).

O instrucțiune LIPCON este o unitate structurală distinctă, de bază, controlată de limbaj și care trebuie să respecte convențiile sintactice ale limbajului.

Instrucțiunile au o codificare mnemonică sugestivă, ceea ce conferă LIPCON-ului caracterul de limbaj evoluat.

Orice mnemonică LIPCON poate fi schimbată de către utilizator cu ajutorul instrucțiunii SINON. În acest fel, utilizatorul poate să folosească propriile sinonime ale mnemonicelor de bază LIPCON. De exemplu, SINON (PCRT/PVA) permite folosirea mnemonicii PVA în locul mnemonicii PCRT, în scopul obținerii coordonatelor punctului curent.

Gramatica limbajului cuprinde un alfabet cu ajutorul căruia se construiesc, pe baza unor reguli sintactice proprii limbajului, cuvintele utilizate de limbaj, cuvintele majore. Cuvintele și expresiile LIPCON, cuprinse între paranteze, formează argumentele unei instrucțiuni LIPCON. Cuvîntul LIPCON din fața primei paranteze a unei instrucțiuni este un cuvînt major și formează mnemonica instrucțiunii (tab. 1).

Unele instrucțiuni LIPCON pot fi etichetate. Etichetele sînt cuvinte minore care servesc pentru referiri ulterioare la anumite elemente geometrice (forme canonice, efectuarea de salturi într-un program LIPCON etc.).

Argumentele instrucțiunilor LIPCON, care reprezintă valori, pot fi înlocuite cu o „expresie" al cărei calcul constituie valoarea dorită.

O expresie LIPCON este formată din constante și/sau variabile și/sau expresii LIPCON, între care este permisă folosirea de operatori LIPCON (+, —, /, x, SIN, SQRT etc.).

Exemple de expresii LIPCON :

```
3.49
X + 7 x SIN (45 x (—1) xxX)
 SQRT (x + SQRT (I) )
A
```

*) În continuare prin „LIPCON" se va înțelege denumirea completă LIPCON-V 3/SC.

Înlocuirea argumentelor prin expresii simplifică scrierea programului, astfel încît programatorul va fi scutit de calcule suplimentare.

Tabelul 1

```
                NUMEP(CURSOR)
                    KA=20
                     PEN(0)
                   KP=20
          P2         KA=KA-5
                 MLP(0,-KA-5)
                   PEN(1)
                    CALL 1(KA,KP)

  8      1.      2.      0,SS
                    MLP(0,-KA-5)
                     KA=KA-5
                    MLP(0,-KA-5)
                    PEN(1)
                     CALL 1(KA,KP)

  8      1.      2.      0,SS
                    MLP(0,-KA-5)
          P1         PCRT
                   STOP
                   END

                   MACRO 1(KA,KP)

  8      1.      2.      1,SS
                MLP(0,-KA)
          PC1   PXY(-5.8*KP,8.3*KP)
          C1    CCR(PC1(1),PC1(2),0.7*KP+KA)
          C2    LPAD(Y,7.6*KP+KA,XMIC)
          C3    LPAD(L2,6.2*KP+KA,XMARE)
          C11   CCR(PC1(1),PC1(2),5.5*KP)
          PC2   PLC(L3,C11,YMIC)
          C2    CCR(PC2(1),PC2(2),6.2*KP+KA)
          LAL    LPAD(X,KA,YMIC)
                MRALCS(LAL,YMARE,C2,XMIC,3.6*KP+KA,-1,INT)
          L4    LPP(PC1(1),PC1(2),PC2(1),PC2(2))
                MINCL(C2,L4,XMIC,-1)
          C4    CCR(-4*KP,5.05*KP,1.4*KP-KA)
                MTACC(C1,XMARE,C4,XMIC,-1)
          PC4   PC(C4)
                MCP(PC4(1),PC4(2),PC4(1),PC4(2)-1.4*KP+KA,1)
                MLP(-(1.4-1.1+0.05)*KP,3.65*KP+KA)
          P5    PXY(-0.05*KP-KA,9*KP)
          P6    PCRT
          C6    CCR(P6(1),P6(2)+1.4*KP-KA,1.4*KP-KA)
          L7    LPT(P5(1),P5(2),C6,XMARE)
          L71   CLOP(L7,90,P6(1),P6(2)+1.4*KP-KA)
          P7    PLL(L7,L71)
                MCP(P6(1),P6(2)+1.4*KP-KA,P7(1),P7(2),1)
          L8    LPAD(Y,0.05*KP+KA,XMIC)
                MRALL(L7,XMARE,L8,XMARE,3.6*KP+KA,-1)
          C8    CCR(1.05*KP,18.3*KP,1.1*KP+KA)
          C9    CCR(-1.05*KP,20.65*KP,1.3*KP-KA)
          PC8   PC(C8)
                MLP(PC8(1) -1.1*KP-KA,PC8(2))
                MTACC(C8,XMIC,C9,XMARE,-1)
          C10   CCR(-3.4*KP,20.65*KP,1.3*KP-KA)
          PC9        PC(C9)
          PC10       PC(C10)
                     MCP(PC9(1),PC9(2),PC9(1),PC9(2)+1.3*KP-KA,1)
                     MLP(PC10(1),PC10(2)+1.3*KP-KA)
          C12   CCR(-5.3*KP,19.7*KP,0.7*KP+KA)
                MCP(PC10(1),PC10(2),PC10(1)-1.3*KP+KA,PC10(2),1)
          PC12  PC(C12)
          P21   PXY(PC12(1)+0.7*KP+KA,PC12(2))
                MLP(P21(1),P21(2))
          L9    LPAD(Y,6.35*KP+KA,XMIC)
          L10   LPAD(L9,4.6*KP+KA,XMARE)
          C14   CCR(PC12(1),PC12(2),3.9*KP)
          P15   PLC(L10,C14,YMARE)
          C15   CCR(P15(1),P15(2),4.6*KP+KA)
          C12   LPP(P15(1),P15(2),PC12(1),PC12(2))
                MINCL(C12,L12,XMIC,-1)
          L14   LPAD(X,24.95*KP+KA,YMARE)
                MRALCS(C15,XMIC,L14,YMIC,2.9*KP+KA,-1,INT)
          L15   LPAD(Y,2.85*KP+KA,XMARE)
                MRALL(L14,YMIC,L15,XMIC,2.9*KP+KA,-1)
          L16   LPAD(X,11.75*KP,YMARE)
          L17   LPAD(L16,2.6*KP,YMIC)
          L18   LPAD(Y,3.6*KP+KA,XMARE)
          P16   PLL(L15,L16)
          P17   PLL(L17,L18)
          L19   LPP(P16(1),P16(2),P17(1),P17(2))
                MRALL(L15,XMARE,L19,XMARE,2.1*KP-KA,1)
                MRALL(L19,XMIC,L18,XMIC,2.1*KP+KA,-1)
                MRALL(L18,XMIC,LAL,YMARE,3.6*KP+KA,-1)
                   PRINT CANON
                RETURN
                END
```

Scrierea de subgrograme LIPCON este asigurată de instrucțiunea MACRO, după care urmează orice succesiune de instrucțiuni LIPCON (cu excepția instrucțiunilor NUMEP, MACRO) terminată cu RETURN. Instrucțiunea MACRO are un rol similar cu instrucțiunea SUBROUTINE din FORTRAN, asigurînd ca argumente ale instrucțiunii atît o listă de

parametri de intrare, cît şi o listă de parametri de întoarcere. Sînt admise, drept parametri, valori numerice, variabile, expresii, etichete de forme canonice. Acest lucru conferă limbajului mari posibilităţi de descriere parametrică, apriorică a unui corp.

În anumite cazuri, pentru a simplifica programarea unor porţiuni de corp (traiectorie), programatorul este nevoit a folosi sisteme de coordonate locale. În limbajul LIPCON este prevăzută această posibilitate prin instrucţiunile REFSIS şi REF, care asigură schimbarea locală a sistemului de referinţă, asigurînd prin aceasta, în final, în mod automat, raportarea la sistemul de coordonate unic, iniţial.

Depanarea unor programe mai complexe este facilitată de posibilitatea obţinerii unor liste specializate, privind modulele de sintaxă şi geometrie. Aceste liste se obţin prin folosirea argumentelor LSINT, LGEOM, sau LTOT în instrucţiunea PROCCESS.

De asemenea, utilizatorul are la dispoziţie instrucţiunea PRINT, care serveşte pentru tipărirea valorilor pe care le iau anumite variabile în timpul execuţiei programului LIPCON, tipărirea unor forme canonice definite în program, tipărirea tuturor formelor canonice, definite pînă la un moment dat, tipărirea conţinutului fişierului de cuvinte de POST-PROCESSOR etc.

Există posibilitatea de introducere a unor comentarii ale programatorului (instrucţiunea PRINT urmată de semnul „x" şi de comentariul dorit) şi care vor fi tipărite în faza de execuţie a modului geometric, ceea ce permite facilităţi diverse de punere la punct a programelor complexe.

```
A    Pxy (20, 30)
PRINT  x PUNCTA, A
PRINT    CANON
```

De asemenea, o verificare calitativă a corectitudinii geometrice a programului se poate face grafic prin apelarea unor programe de reprezentare pe display grafic sau plotter.

Pentru a utiliza subprograme LIPCON, concepute parametric sub formă de MACRO de către alţi programatori sau ulterior datei elaborării lor, acestea pot fi catalogate sub formă de sursă LIPCON şi pot fi asamblate în programe noi cu ajutorul instrucţiunii FETCHS.

Există astfel posibilitatea ca orice programator să aibă acces la orice sursă LIPCON, catalogată în arhiva sursă, reducîndu-se în acest mod efortul de programare în cazul unor forme similare, programate anterior. De asemenea, în cazul unui efort de programare mare, sarcina poate fi repartizată mai multor programatori şi fiecare poate lucra în mod independent, compilînd şi catalogînd separat subprogramele (tip MACRO) pe măsura rezolvării lor. Se asigură astfel lucrul în echipă cu un responsabil de lucrare, care repartizează şi corelează sarcinile, după ce concepe programul-sursă principal LIPCON.

Structura limbajului

Se disting următoarele faze *) de prelucrare a informaţiei în LIPCON :

— faza de elaborare a datelor de intrare ;

— faza de arhivare ;

— faza de prelucrare a informaţiei geometrice şi tehnologice ;

— faza de editare.

Faza de elaborare a datelor de intrare cuprinde activitatea programatorului, materializată sub formă de program-sursă LIPCON.

Faza de arhivare are ca intrare programul-sursă LIPCON şi realizează, la ieşire, catalogarea programului-sursă (sub formă de program principal şi/sau subprograme). Sistemul realizează modificarea programului-sursă la nivel de instrucţiune (fără a reciti întregul set de cartele) şi reutilizează subprogramele anterioare, în cazul unor programe-sursă noi, prin simpla folosire a instrucţiunii FETCHS.

În modul de lucru „batch" *faza de prelucrare a informaţiei geometrice şi tehnologice* este realizată pe două nivele :

— **nivelul SINTAXA** — realizează analiza sintactică a informaţiilor geometrice şi tehnologice din programul-sursă, editează mesajele de erori de sintaxă şi asigură o codificare intermediară a instrucţiunilor-sursă, sub forma unui fişier intermediar de lucru, numit fişier de intrare geometrică. Pentru creşterea vitezei de execuţie a unui program LIPCON, în nivelul SINTAXA se realizează, de asemenea, catalogarea subprogramelor LIPCON analizate sintactic. Astfel, suprogramele reutilizate în construcţia altor programe-sursă LIPCON nu vor fi analizate sintactic, ci vor fi extrase din biblioteca SINTAXA, prin intermediul unui modul de asamblare. Dacă nu au fost depistate erori de sintaxă se va trece la prelucrarea în nivelul următor „GEOMETRIE". În cazul sesizării unor erori, se activează procedurile de corecţie în biblioteca-sursă şi se reia prelucrarea în nivelul SINTAXA;

— **nivelul GEOMETRIE** — realizează analiza geometrică a informaţiilor din fişierul de intrare geometrică, editează mesajele de erori, de incompatibilităţi geometrice şi organizează informaţia prelucrată în acest modul, sub forma fişierului de ieşire GEOMETRIE. Toate aspectele geometrice, în momentul introducerii în fişier, sînt rezolvate şi fişierul va conţine o succesiune de linii şi/sau cercuri definite corespunzător, pentru a servi la determinarea traiectoriei sculei (creion, spot).

În urma analizei geometrice se editează mesaje de tip „avertisment" care nu au consecinţă din punct de vedere al continuării

*) Prin „fază" se înţelege o prelucrare distinctă, independentă, cu rezultate intermediare, reutilizabile (cu excepţia fazei finale).

execuției. De exemplu : L9 LPAD (L 1, D, YMIC). Dacă $D = 0$ în momentul execuției, atunci se dă avertismentul : „distanțat dintre cele 2 drepte este zero" (fig. 1).

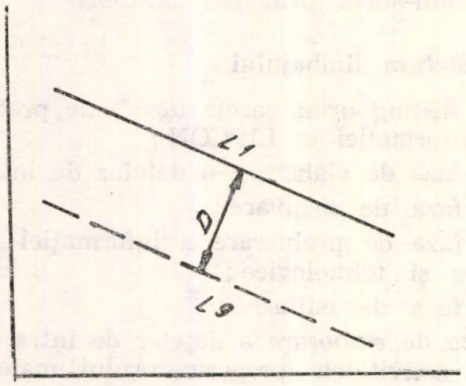


Fig. 1 Exemplificare situație geometrică.

Mesajele de eroare de tip major necesită obligativitatea eliminării erorilor pentru a obține fișierul CLFILE. De exemplu, în cazul precedent : L 9 LPAD (L 1, D, YMIC), MINLL (L 1, L 9).

Se dă astfel, mesajul de eroare : „dreptele sînt paralele, nu se pot intersecta".

În modul de lucru conversațional limbajul devine de tip interpretor, analiza sintactică și geometrică realizîndu-se succesiv pentru fiecare instrucțiune din program, iar editarea mesajelor de eroare făcîndu-se imediat pe ecranul unui display.

Faza de editare asigură obținerea următoarelor rezultate :

— lista formelor canonice utilizate (tab. 2);

— lista instrucțiunilor de definire geometrică (tab. 3);

— fișierul de rezultate geometrice și conținutul acestuia sub formă de listă ;

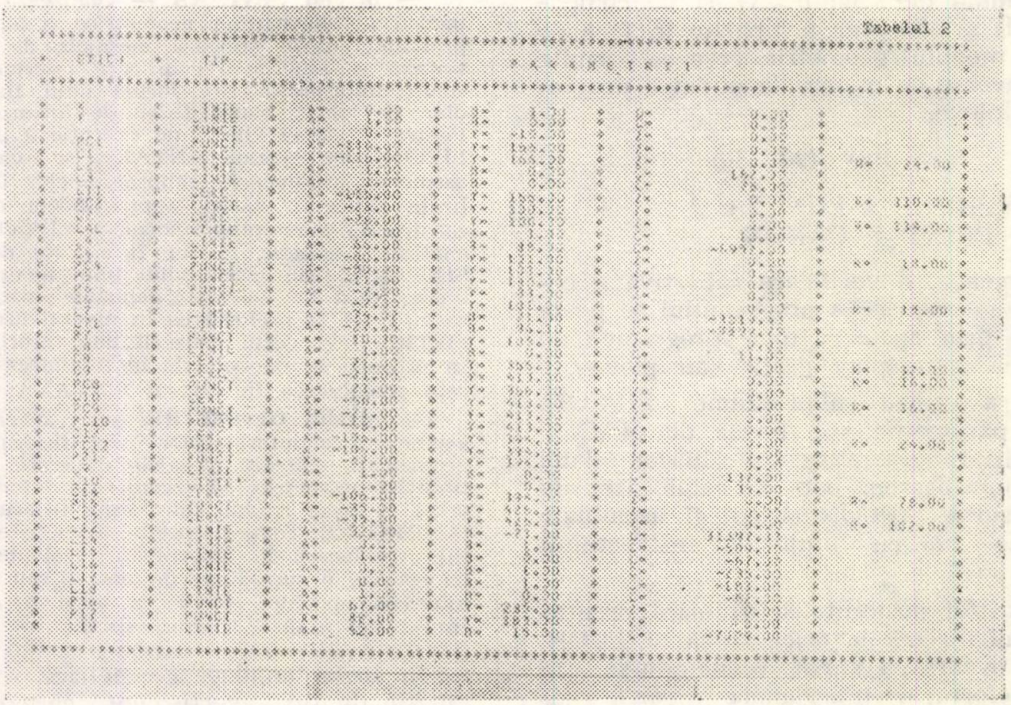
— un fișier de ieșire care conține traiectorii convenționale de reprezentare a suprafeței în scopul verificării grafice pe un periferic de tip plotter (display grafic). Organizarea informației în acest fișier corespunde tipului de periferic și firmei constructoare (ARISTO, CALCOMP etc.).

Structurat în acest fel, LIPCON-V 3/SC permite lansarea în execuție a unui program din faza sintactică, din faza de prelucrare a informației geometrice și tehnologice, sau din faza de editare. Dispunînd de un program validat sintactic, se pot obține rezultate pentru diverse situații concrete, furnizînd la nivelul GEOMETRIE sau EDITARE opțiunile (datele) corespunzătoare. Se poate obține astfel o scurtare a timpului de calculator reutilizînd rezultate deja prelucrate.

Structura logică LIPCON-V 3/SC

Modulele principale ale limbajului sînt :

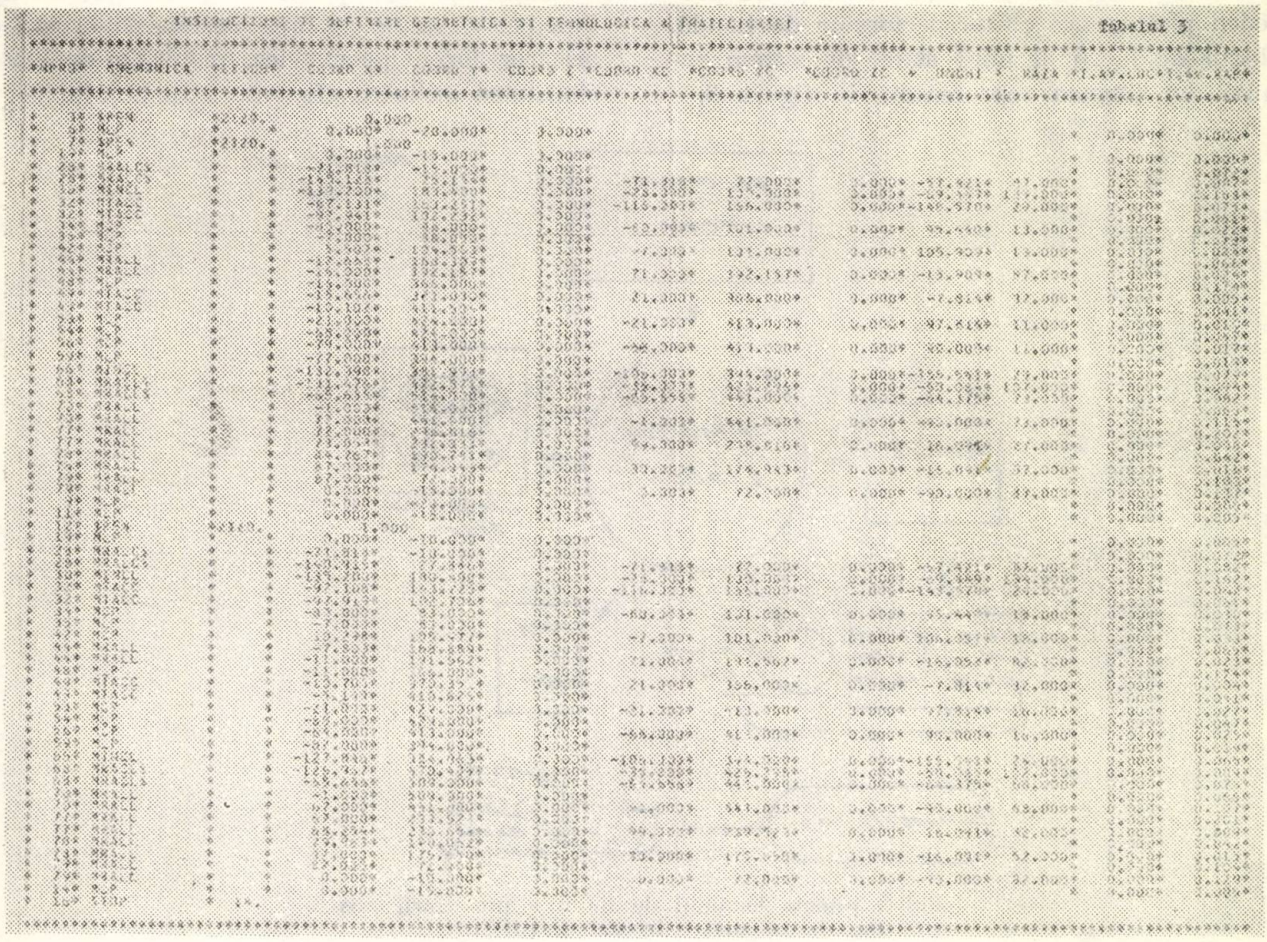
— **modulul MONITOR** are rolul de interfață logică între utilizator și sistem : recunoaș-


Tabelul 2

te comenzile lansate de utilizator, asigură prezența modulelor implicate în prelucrarea acestor comenzi, asigură operațiile de inițiali-

zare și de stare curentă a diverselor tabele de indicatori a stării sistemului ;

sursă LIPCON se face în modul „batch" sau „conversațional" (tip interpretor) ;



— **modulul de introducere și modificare** cu ajutorul editorului de texte — al programului-sursă : memorează programul-sursă

— **modulul de reprezentare** conține rutine de tip POST-PROCESSOR care permit reprezentarea rezultatelor pe perifericele de tip

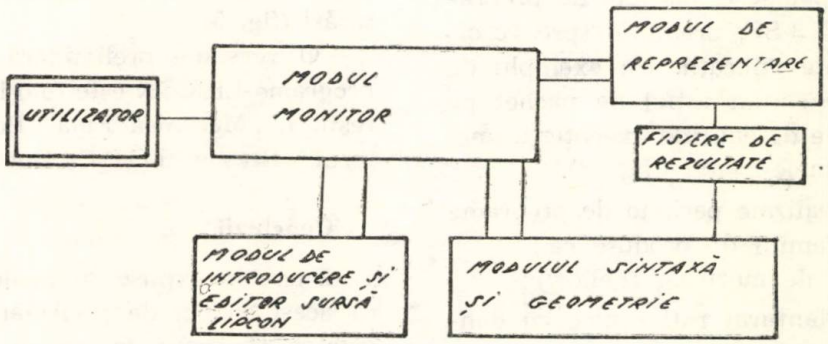


Fig. 2 Schema de principiu a structurii logice LIPCON—V3/SC.

într-un mod corespunzător și asigură operațiile de modificare a acestuia conform necesităților ulterioare ale utilizatorului.

— modulul SINTAXA și GEOMETRIE asigură tratarea instrucțiunilor limbajului și editarea mesajelor de eroare. Prin intermediul modulului MONITOR tratarea programului-

display, grafic, sau plotter, la comenzi corespunzător lansate de utilizator.

O schemă simplificată a sistemului se prezintă în figura 2.

Implementarea limbajului necesită un sistem de calcul cu periferie standard (cititor de cartele, imprimantă, unitate de disc, bandă

magnetică, etc.) prevăzut cu compilator pentru FORTRAN IV, display grafic, memoria necesară fiind de 128 Ko. Opțional se poate prevedea plotter sau cititor-perforator de bandă. Modul de lucru al unui astfel de sistem rezultă din schema reprezentată în figura 3.

execuția unei piese pe o mașină cu comandă numerică.

Existența unor primitive geometrice de tip linie, cerc, spline permite descrierea ușoară a oricăror forme geometrice, rezultînd deci posibilitatea utilizării eficiente a limbajului LIP-

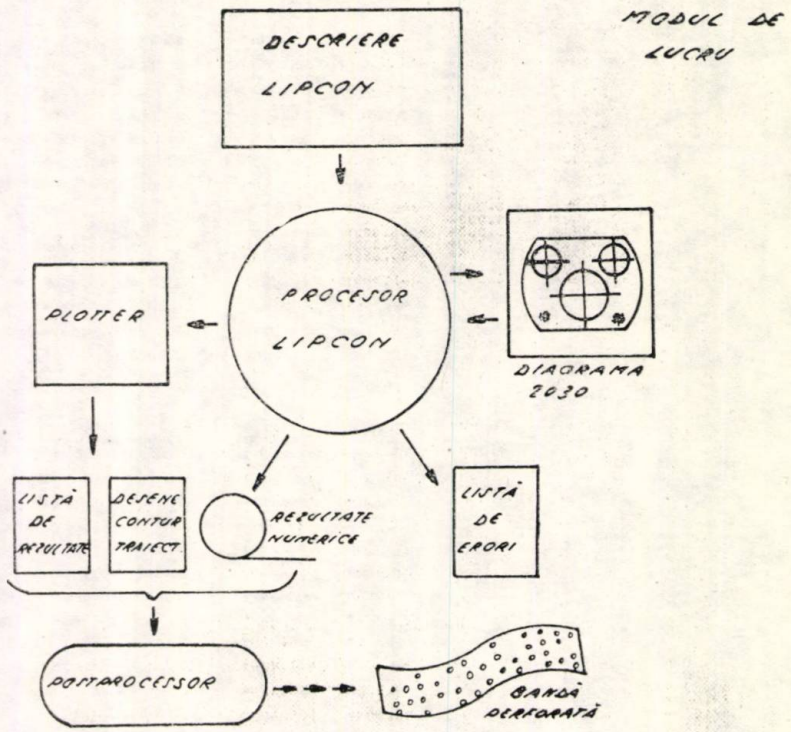


Fig. 3 Schema modului de lucru a proiectării asistate de calculator în sistem LIPCON.

Aplicabilitatea limbajului

În cazul proiectării constructive asistate de calculator, se pot scrie pachete de programe în LIPCON-V 3/SC, orientate spre rezolvarea unei anumite aplicații. Un exemplu de rezultate obținute cu un astfel de pachet pe plotter îl constituie desenul de execuție a unei familii de freze-melc-modul (fig. 4).

Au mai fost realizate pachete de programe LIPCON pentru familii de produse ca :

— cuțite-roată de mortezat (Fellow) ;

— capete de danturat roți conice cu dantura în arc de cerc ;

— broșe ;

— calibre și contracalibre ;

În cazul proiectării tehnologice asistate de calculator, se pot scrie programe de descrieri geometrice și tehnologice care să permită, prin intermediul unui program de tip POST-PROCESSOR, obținerea de benzi perforate pentru CON—V 3/SC și în alte domenii cu caracter grafic pronunțat. Astfel, se poate utiliza limbajul LIPCON în vederea simulării unei danturări (fig. 5).

O versiune preliminară a pachetului de programe LIPCON este folosită la I.M.G. București, I. „Mecanică Fină" București, I. „Tractorul" Brașov, I.C.P.E. București etc.

Concluzii

Din cele expuse se poate trage concluzia, că acest sistem de proiectare asistată de calculator conceput în cadrul I.C.T.C.M. București este eficient și simplu, putînd fi aplicat cu succes pentru :

— creșterea eficienței activității de proiectare constructivă, în special în ce privește proiectarea de rutină (repetitivă) ;

— creșterea eficienței activității de proiectare tehnologică, în special în ce privește programarea asistată a mașinilor cu comandă numerică ;

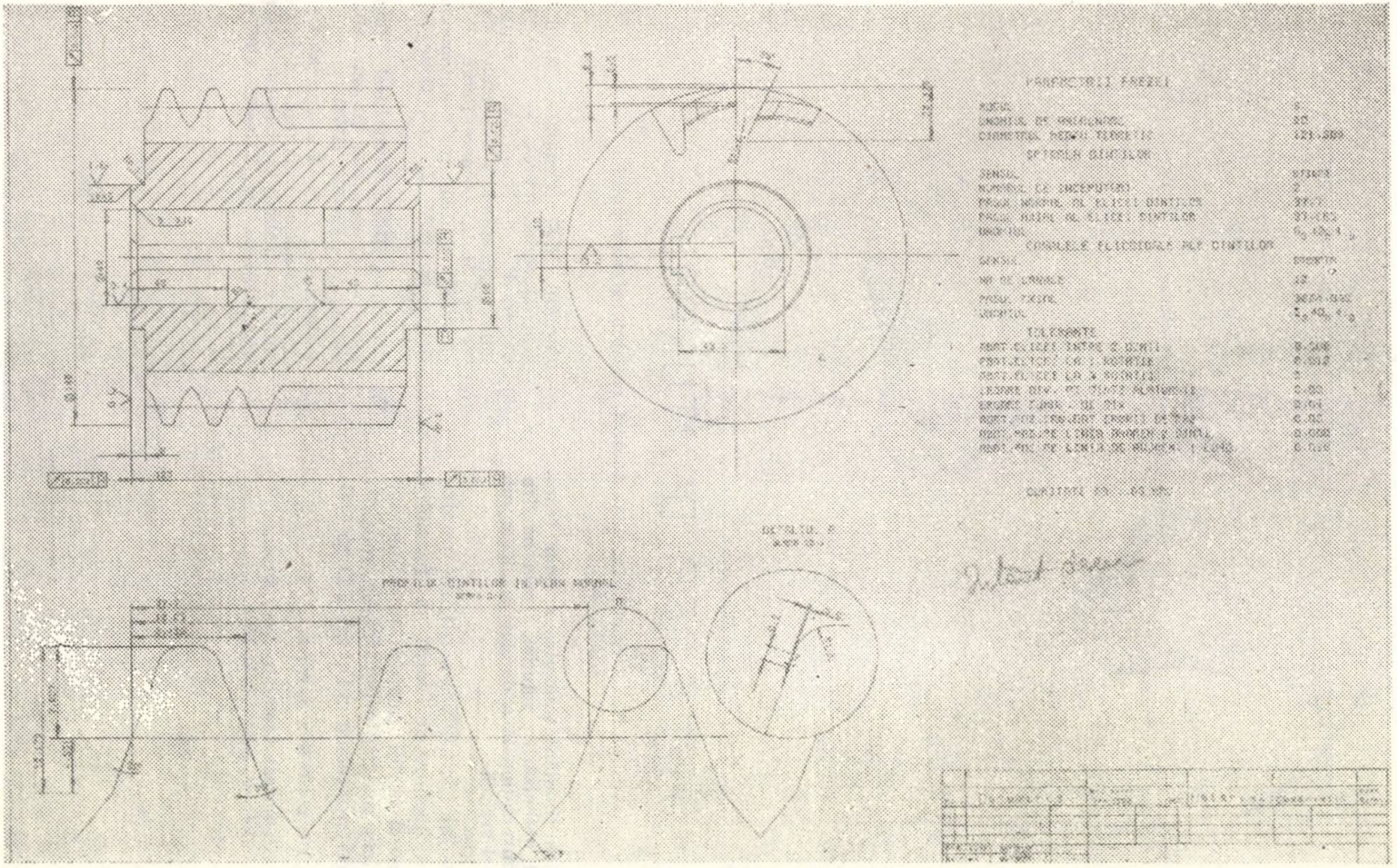


Fig. 4 Familie de freze-melc-modul.

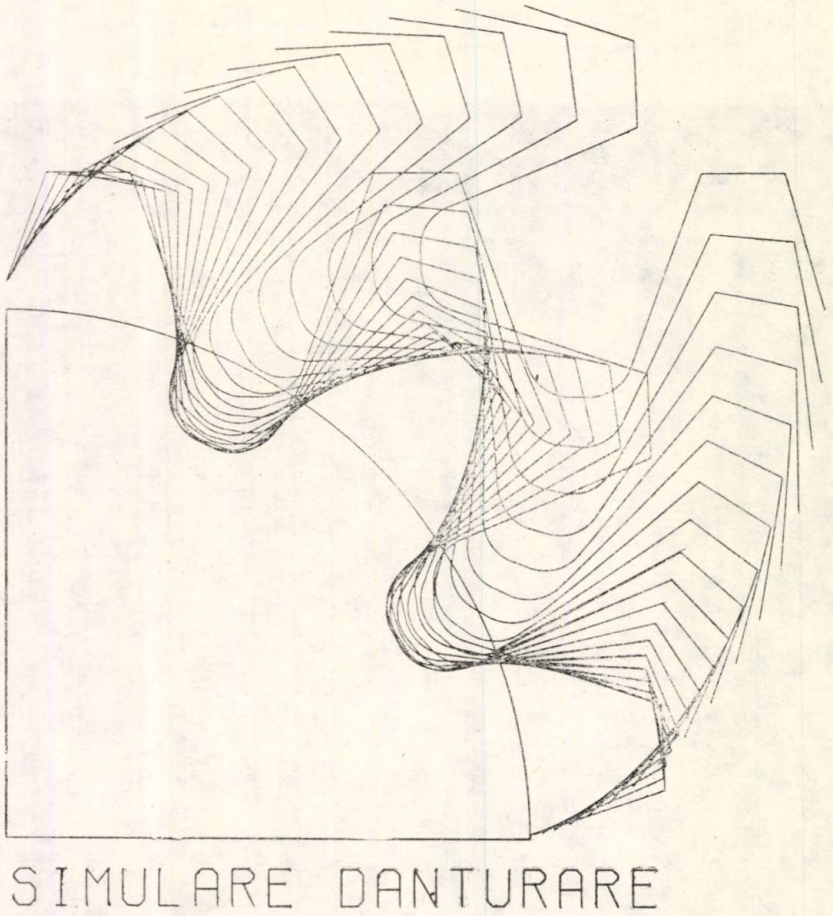


Fig. 5 Simularea unei danturi cu ajutorul sistemului LIPCON.

— posibilitatea simulării numerice a unor fenomene, în scopul optimizării soluției, prin analiza automată sau conversațională a datelor furnizate sub formă numerică și grafică.

Astfel limbajul LIPCON s-a utilizat pentru proiectarea produselor de serie, a formelor spațiale (caroserii auto, profile aerodinamice și hidrodinamice) pentru programarea mașinilor cu comandă numerică 2 D, 2 1/2 D și 3 D.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Acton, F.:* Numerical Methods that work. Ed. Harper and Row, New-York, 1970.

[2] *Barnhill, R. E.:* Computer Aided Geometric Design. Academic Press — New-York, 1974.

[3] *Bezier, P. E.:* Numerical Control, Mathematics and Applications. Wiley and Sons, London, 1972.

[4] *Wesley, M.A., Lozano—Perez, T.:* A Geometric Modeling System for Automated Mechanical Assembly. IBM. J. Res. Develop., 24, ian. 1980 (64—74).

[5] *Grossman, D.D.:* Procedural Representation of three — dimensional Objects. IBM. J. Res. Develop., 20, 582—589 (1976).

[6] *Lieberman, L. I., Wesley, M.A.:* AUTOPASS: An Automatic Programming System for Computer Controlled Mechanical Assembly. IBM. J. Res. Develop., 21, 321—333 (1977).

CZ : 681.3.004 : 621.979.073

Proiectarea asistată de calculator a ștanțelor monobloc cu un cuib

Ing. Paul **GÜRTLER** – I.C.T.C.M. București

Proiectarea constructivă a diverselor produse se poate împărți în două categorii distincte :

— **proiectarea de produse unicat** în care procentul de muncă de concepție este, de obicei, mare, iar procentul de muncă de rutină este mic ;

— **proiectarea de familii de produse** în care aceste procente au ponderi inversate.

Utilizarea unui echipament de calcul, ca auxiliar în proiectare, în funcție de cele două categorii, a condus la elaborarea unor sisteme, în care nivelul de automatizare a obținerii rezultatelor este diferit, proiectarea de produse-unicat desfășurîndu-se în general în pași succesivi ; proiectantul utilizator trebuie să ia anumite decizii, după care procesul continuă. În acest caz, procedurile de proiectare sînt numai parțial algoritmizate, iar experiența personală a proiectantului are un rol relativ însemnat.

La proiectarea de familii de produse tipizate, despre care vom trata în continuare, procedurile sînt algoritmizabile, munca de rutină fiind preluată de calculator în totalitate. În acest caz, proiectarea concretă a unei variante de produse se efectuează automat de calculator, inclusiv editarea documentației de execuție.

O familie de produse înseamnă o anumită clasă de produse, care din punct de vedere constructiv sînt în esență asemănătoare, fiind destinate unui aceluiași scop.

Ne dăm astfel seama că, în cazul proiectării manuale a diverselor produse din cadrul unei familii se cheltuiește foarte mult timp și multă forță umană, fiind vorba de o muncă de rutină ce poate fi preluată cu succes de calculatoarele electronice moderne.

Limbajul LIPCON, elaborat de I.C.T.C.M. București, conține toate facilitățile necesare descrierii contururilor unui desen de piesă, precum și pentru hașurarea eventualelor secțiuni, cotarea dimensiunilor, inscripționarea planșelor, desenarea și completarea diverselor tipuri de indicatoare și tabele de componență.

Una din aplicațiile elaborate de specialiștii institutului pe baza limbajului LIPCON este un pachet de programe pentru proiectarea automată a ștanțelor monobloc cu un cuib, pentru debitarea șaibelor circulare cu o singură gaură interioară, de formă circulară. Varianta constructivă aleasă permite debitarea șaibelor al căror diametru exterior să fie cuprins între 12 mm și 132 mm, iar grosimea tablei din care se taie rondelele să fie de maximum 5 mm.

Avînd în vedere diferențele constructive ce apar în cadrul acestei familii, s-a făcut o clasificare pe subfamilii conform tabelului nr. 1. În cadrul unei subfamilii, toate reperele au

Împărțirea pe subfamilii a familiei de matrițe

Tabel 1

SUBFAMILIA	INTERVALUL IN CARE VARIAZĂ DIAMETRUL EXTERIOR
1	$12 \leq D_{EXT} \leq 42$
2	$42 < D_{EXT} \leq 72$
3	$72 < D_{EXT} \leq 102$
4	$102 < D_{EXT} \leq 132$

aceeași formă constructivă, diferențele constînd numai în modificarea anumitor dimensiuni ale diverselor părți componente.

Punctul de plecare, în cadrul elaborării pachetului de programe mai sus amintit, a fost o soluție constructivă de referință, constînd din proiectul complet al matriței care debita șaibe avînd următoarele caracteristici :

— diametrul exterior șaibă : DEXT = 40 mm ;

— diametrul interior șaibă : DINT = 24 mm ;

— grosime tablă : G = 5 mm ;

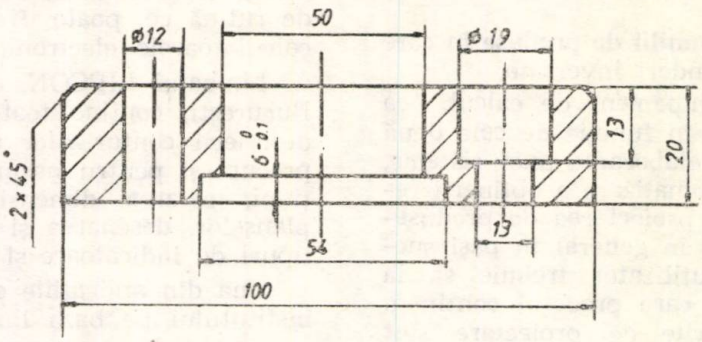


Fig. 1 Exemplu de desen al unei piese cu cotele avînd valori reale.

— calitate material : OL 37.2 STAS 500/2-80.

Primul pas a constat din realizarea unui nou set de desene ale acestei matrițe, identice cu cele din setul de referință, cu deosebirea că în loc de cote numerice (fig. 1) s-au trecut simboluri alfanumerice, care parametrizează dimensiunile reperelor (fig. 2). În acest fel s-a putut stabili o imagine mai clară a corelației care există între cotele pieselor ce alcătuiesc matrița.

Pasul al doilea a constat în realizarea unor tabele, în cadrul cărora fiecăror parametri li

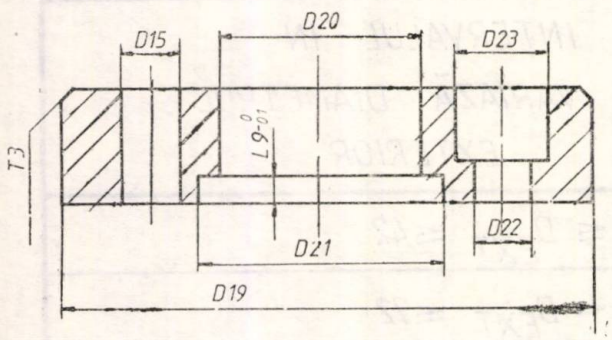


Fig. 2 Exemplu de desen al unei piese cu cotele transformate în parametrii.

s-au asociat valori numerice fixe sau diferite, în funcție de subfamilie, sau o formulă de calcul, în funcție de variabilele calculate anterior sau de datele de intrare ale pachetului de programe (tabelul 2).

Anumite dimensiuni se extrag din standardele de stat, sau din normele interne în vigoare. În acest caz proiectantul va stabili tabelele de unde pot fi luate aceste valori, precum și cheile de acces în aceste tabele.

Sînt situații cînd anumite dimensiuni se pot stabili prin analize foarte aprofundate ale matriței în ansamblu, precum și ale funcționării acesteia, rezultînd formule de calcul cu un grad mai mare de dificultate. Dăm drept exemplu, relațiile de calcul pentru dimensiunile cepului de oprire, care are rol de opritor în avansarea pas cu pas a benzii de tablă din care se debitează șaibele. Desenul acestui reper, cotat parametric, se poate vedea în figura 3.

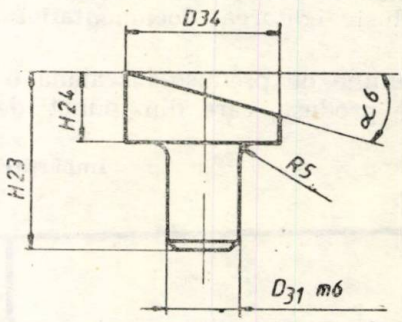


Fig. 3 Desenul cotat parametric al cepului de oprire.

R 5 = 0.5

α 6 = 15^0

D34 = 0.5 x DEXT rotunjit superior la : 6, 8, 10, 12, 15, 20.

D31 = 0.5 x D34 rotunjit superior la : 3, 4, 6, 10.

H24 = INT [MAX (1.5 x G ; 1+D34 x tgα6) +0.5]

H23 = H24+12

Activitatea de elaborare a documentației asociate primilor doi pași prezentați anterior a fost realizată de proiectanți, fără ca aceștia

Definirea cotelor parametrice pe bază de valori fixe sau relații de calcul

Tabelul 2

COTA PARAMETRICĂ	SUBFAMILIA				CÎMP DE TOLERANȚĂ	REPERUL ÎN CARE SE REGĂSEȘTE COTA
	1	2	3	4		
	VALOAREA SAU FORMULA DE CALCUL A COTEI					
D5	42	52		62	H7	2
D6	62	72		92	-	2
D7	128	160	200	250	-	1,8
D8	74	104	144	184	-	1,5,6
D9	198	275	296	363	-	1
D10	M24				-	1
D11	partea întreagă din (D_{MIC} + 4,5)				-	
D12	17		20		-	1
⋮						
D15	2 găuri Ø 12				H7	1,2,5,6,10 11,14
⋮						
D20	D_{EXT} + 8				H7,m6	6,7
D21	D_{EXT} + 14				-	6
D22	4 găuri Ø 13		6 găuri Ø 13			5,6,10,11,14
D23	4 găuri Ø 19		6 găuri Ø 19			6,14
D24	D_{INT} + 3					5
⋮						

să aibă în mod necesar cunoștințe despre calculatoare și modul lor de exploatare. Se observă că, în acest fel, s-a eliminat din activitatea acestora rutina desenării unor repere asemănătoare, rămînînd numai munca de concepție și aprofundare a produsului ce trebuie proiectat.

Din acest moment cei specializați în programarea și exploatarea calculatoarelor vor prelua întreaga documentație, pentru a elabora pachetul de programe propriu-zis, rămînînd în continuare în legătură cu proiectanții pentru lămurirea eventualelor neclarități și chiar greșeli strecurate pînă acum.

Analizînd soluția constructivă elaborată de proiectanți, se poate face o clasificare a reperelor în funcție de gradul de variație a formei de la o subfamilie la alta :

1) repere care au o formă fixă pentru întreaga familie de matrițe ;

2) repere a căror formă se modifică de la o subfamilie la alta.

În funcție de încadrarea reperelor în una din aceste categorii, se mărește sau se micșorează gradul de dificultate al programării acestora.

Programul LIPCON pentru realizarea desenului unui reper este alcătuit din unul sau mai multe **module distincte** care se traduc prin MACRO — instrucțiuni sau subrutine. Un astfel de modul realizează una sau mai multe vederi ale unui desen (vedere de sus, laterală, secțiune etc.). Structural, un modul cuprinde mai multe **zone de program :**

— **o primă zonă** realizează calculul tuturor parametrilor de care depinde construcția desenului respectiv, în funcție de datele de intrare sau alți parametrii calculați anterior ;

— **o a doua zonă** realizează desenarea liniilor de contur al desenului, iar, în situația în care acesta reprezintă o secțiune, se haşurează toate suprafețele secționate :

— **a treia zonă** trasează axele găurilor și ale pieselor simetrice, cotele, traseul de secțiune, semnele de rugozitate, precum și textele care fac referiri la unele indicații tehnologice de realizare a piesei.

Împărțirea riguroasă în aceste trei zone de program s-a făcut avînd în vedere faptul că același modul de program este utilizat pentru reprezentarea desenului de detaliu al unui reper și pentru reprezentarea acestuia în cadrul desenului de ansamblu al matriței. Se știe că desenul de detaliu cuprinde conturul reperului, axele de simetrie, cotele, semnele de rugozitate, indicații tehnologice etc., pe cînd în desenul de ansamblu nu este necesar decît conturul reperului cu secțiunile haşurate. În acest caz, fiecărui modul de program i se transmite din programul apelant un parametru de control, care dacă are valoarea „0", atunci modulul intră în alcătuirea desenului de ansamblu, iar dacă este „1", intră în alcătuirea unei planșe care reprezintă desene de detaliu ale unor piese.

Practic, în cadrul fiecărui modul, există instrucțiuni de salt aritmetic, care, în funcție de acest parametru de control, vor evita sau nu a treia zonă.

Spre ilustrare, indicăm desenele de execuție din figura 1 și figura 4, iar în figura 5 se observă asamblarea lor. Se poate urmări, în cadrul acestei figuri, o situație frecvent întîlnită în desenele de ansamblu : eliminarea unor linii de contur, deoarece acestea sînt invizibile datorită altor piese. Această situație se poate rezolva tot cu ajutorul instrucțiunilor de salt, sau cu instrucțiunea de ridicare a creionului de desenat al plotterului.

Proiectul unei matrițe din această familie este structurat în 5 planșe, rulate după cum urmează.

Planșa nr. 5, denumită ansamblu redus, reprezintă asamblarea părții active a matriței și se rulează înainte de toate celelalte planșe.

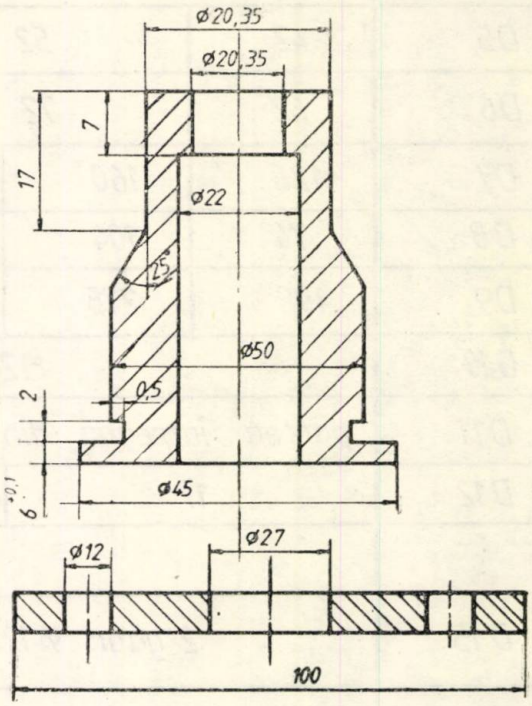


Fig. 4 Desenele de execuție ale matriței poanson și al plăcii de sprijin.

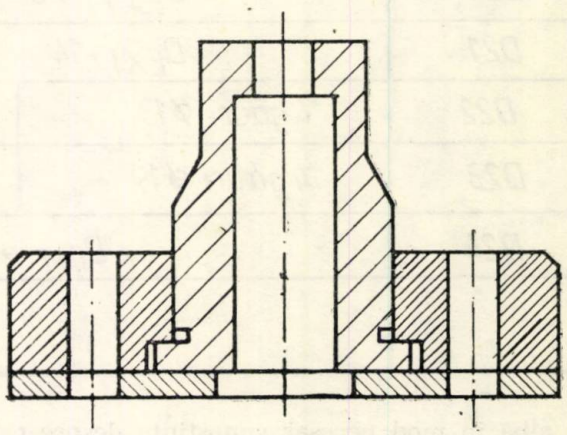
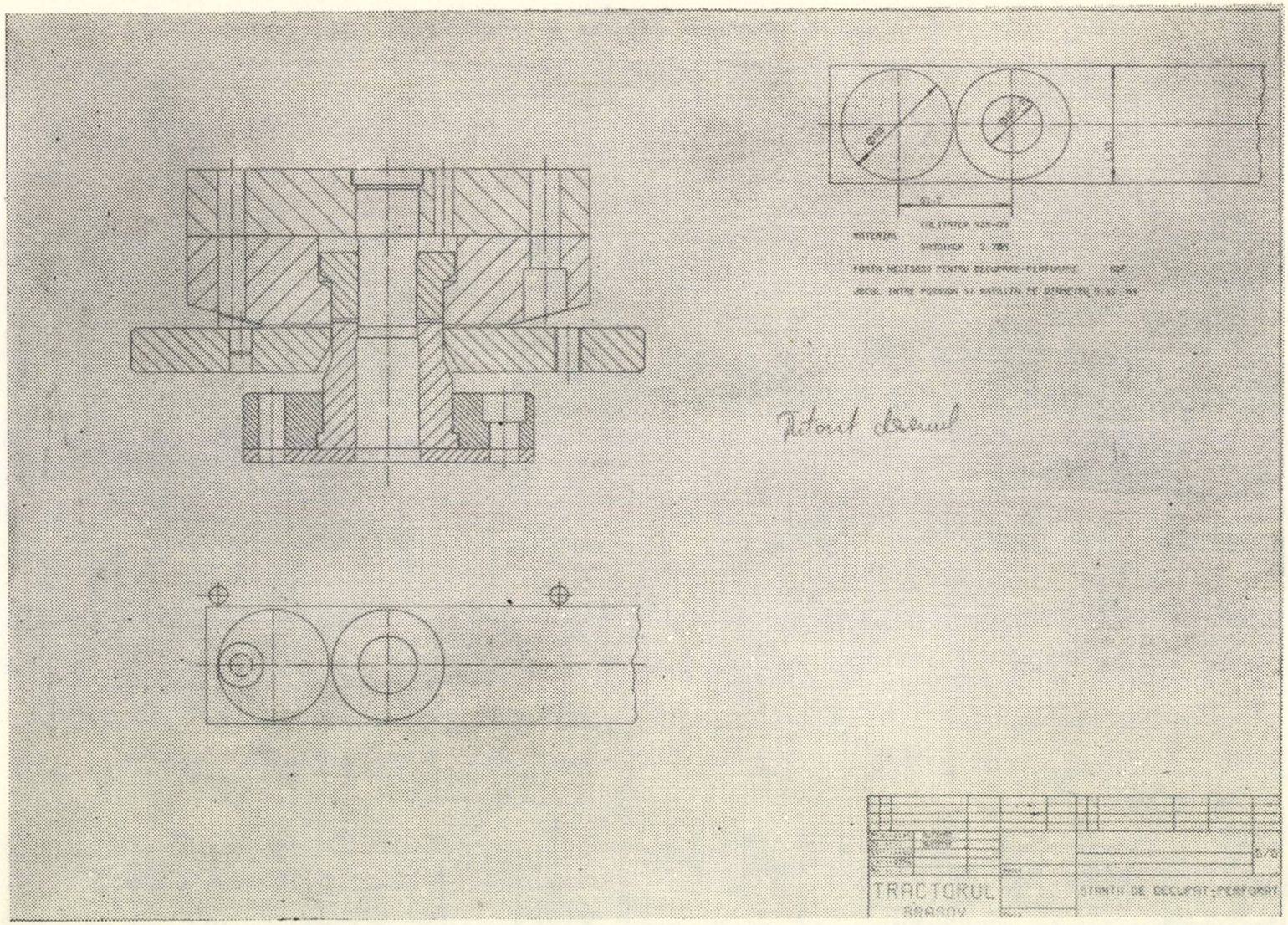


Fig. 5 Asamblarea celor 3 piese în cadrul planșei de ansamblu.

Rolul acesteia este ca, după rulare, proiectantul să analizeze desenul și să decidă dacă varianta constructivă aleasă de calculator este corectă din punct de vedere tehnic. În cazul


Ø 60
Ø 30
50
Ø 30
Ø 20
Ø 10
Ø 8
Ø 6
Ø 4
Ø 2
Ø 1
Ø 0,5
Ø 0,3
Ø 0,2
Ø 0,1
Ø 0,05
Ø 0,03
Ø 0,02
Ø 0,01
Ø 0,005
Ø 0,003
Ø 0,002
Ø 0,001
Ø 0,0005
Ø 0,0003
Ø 0,0002
Ø 0,0001
Ø 0,00005
Ø 0,00003
Ø 0,00002
Ø 0,00001
Ø 0,000005
Ø 0,000003
Ø 0,000002
Ø 0,000001
Ø 0,0000005
Ø 0,0000003
Ø 0,0000002
Ø 0,0000001
Ø 0,00000005
Ø 0,00000003
Ø 0,00000002
Ø 0,00000001
Ø 0,000000005
Ø 0,000000003
Ø 0,000000002
Ø 0,000000001
Ø 0,0000000005
Ø 0,0000000003
Ø 0,0000000002
Ø 0,0000000001
Ø 0,00000000005
Ø 0,00000000003
Ø 0,00000000002
Ø 0,00000000001
Ø 0,000000000005
Ø 0,000000000003
Ø 0,000000000002
Ø 0,000000000001
Ø 0,0000000000005
Ø 0,0000000000003
Ø 0,0000000000002
Ø 0,0000000000001
Ø 0,00000000000005
Ø 0,00000000000003
Ø 0,00000000000002
Ø 0,00000000000001
Ø 0,000000000000005
Ø 0,000000000000003
Ø 0,000000000000002
Ø 0,000000000000001
Ø 0,0000000000000005
Ø 0,0000000000000003
Ø 0,0000000000000002
Ø 0,0000000000000001
Ø 0,00000000000000005
Ø 0,00000000000000003
Ø 0,00000000000000002
Ø 0,00000000000000001
Ø 0,000000000000000005
Ø 0,000000000000000003
Ø 0,000000000000000002
Ø 0,000000000000000001
Ø 0,0000000000000000005
Ø 0,0000000000000000003
Ø 0,0000000000000000002
Ø 0,0000000000000000001
Ø 0,00000000000000000005
Ø 0,00000000000000000003
Ø 0,00000000000000000002
Ø 0,00000000000000000001
Ø 0,000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000003
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000002
Ø 0,0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001
Ø 0,00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000005

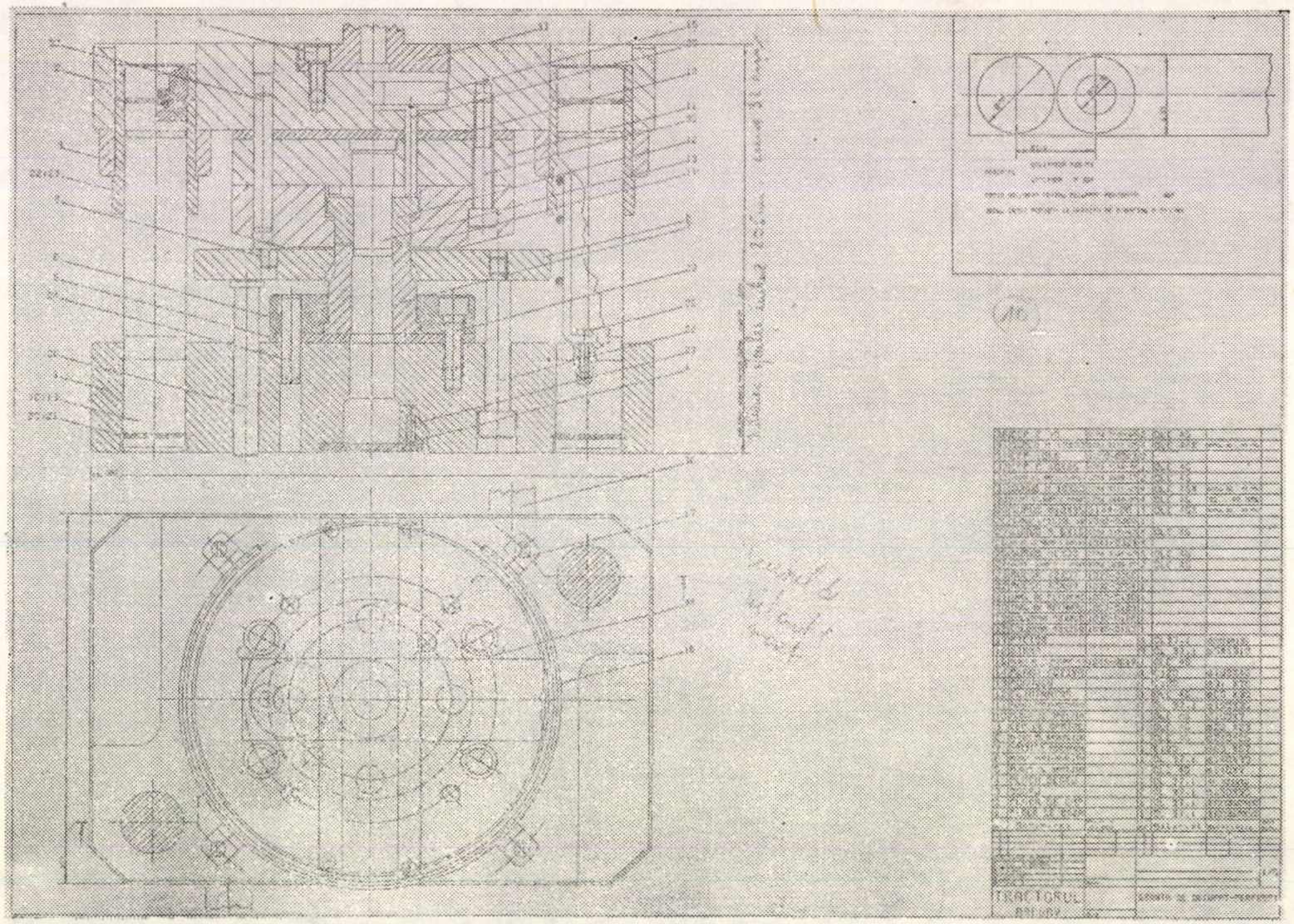


Fig. 7 Desenul de ansamblu al întregii matrițe și tabela de componență.

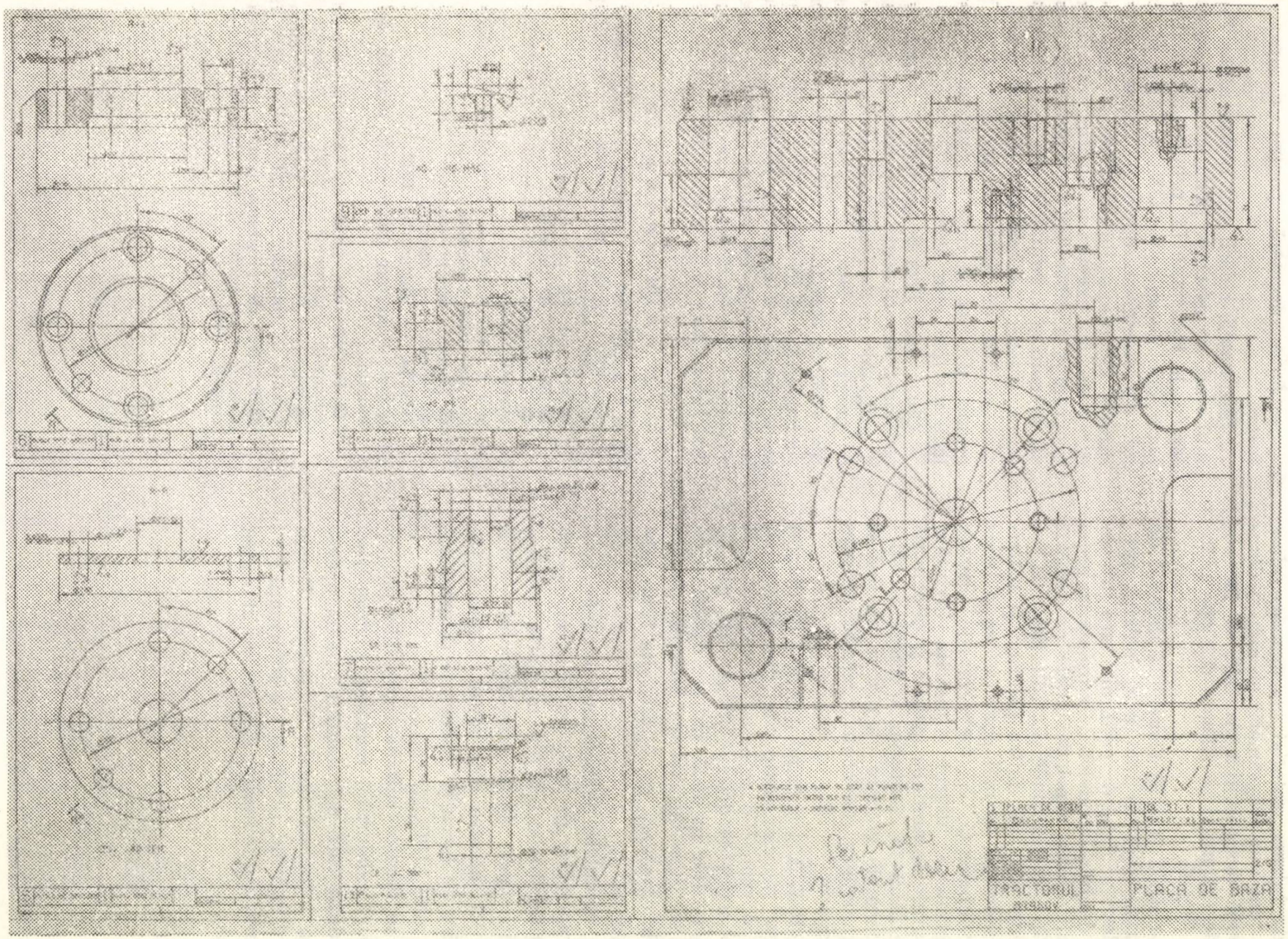


Fig. 8 Exemplu de planșă cuprinzînd desene de execuție ale unor piese din alcătuirea matriței.

în care se decide că varianta este corectă, se rulează mai departe celelalte planșe. În caz contrar, se face o analiză a cauzelor care au determinat erorile și anume : ele se datorează datelor de intrare, soluției constructive alese de proiectant sau programării eronate a desenelor. După descoperirea erorilor, se fac corecțiile de rigoare și se rulează din nou planșa nr. 5 (fig. 6).

Planșa nr. 1 (fig. 7) reprezintă desenul de ansamblu al unei secțiuni prin matriță, precum și desenul fișiei de tablă din care urmează să se debiteze rondelele și amplasarea acestora. Planșa mai cuprinde cotele de gabarit ale matriței, cotele rondelelor, ale fișiei de tablă, precum și jocul dintre poanson și matriță. De asemenea, se mai poate vedea și tabelul de componență, cu toate piesele tipizate sau netipizate ce alcătuiesc matrița. Precizăm că desenul de ansamblu cuprinde și piesele tipizate ce intră în componență (șuruburi, știfturi, coloane de ghidare etc.), care au fost și ele programate în cadrul unor module distincte de program.

Planșele 2, 3, 4 cuprind desenele de detaliu ale tuturor pieselor netipizate din alcătuirea matriței, o planșă cuprinzînd două sau mai multe de astfel de desene. În general, piesele sînt reprezentate în două vederi : o vedere de sus și o secțiune sau vedere laterală. Figura 8 exemplifică planșa nr. 2, celelalte fiind asemănătoare.

Toate modulele de program, inclusiv programele apelante ale acestora, sînt memorate într-un fișier-bibliotecă din memoria auxiliară, pe disc magnetic al calculatorului. Cînd este necesar, acestea sînt aduse automat într-un fișier de lucru și prelucrate de procesorul limbajului LIPCON.

Cînd se dorește rularea uneia din planșe, se indică calculatorului numărul planșei respective, după care calculatorul solicită operatorului să introducă datele de intrare. Datele de intrare cuprind următoarele informații :

— diametrul exterior și interior al șaibei de debitat ;

— subfamilia din care face parte matrița ;

— grosimea fișiei de tablă ;

— calitatea materialului din care este alcătuită tabla ;

— forța necesară pentru decupare-perforare.

Rezultatele rulării sînt reprezentate, în primul rînd, de desenele planșelor pe care calculatorul le transmite fie printr-un suport magnetic sau mecanic, fie ON — LINE plotterului. De asemenea, opțional, operatorul poate solicita calculatorului afișarea la imprimantă a succesiunii executării tuturor modulelor de program și a subrutinelor ce alcătuiesc o planșă, precum și eventualele erori de programare sau de calcul. Această listă este necesară mai ales în faza de testare a pachetului de programe ; ulterior în faza de exploatare curentă lista nu mai este necesară.

Chiar dacă faza de punere la punct a metodologiei de tipizare, de alcătuire și testare a programelor este aparent laborioasă, o dată cu punerea la punct a pachetului de programe, rularea acestuia și obținerea desenelor se face operativ și în timp foarte scurt. Este deci lesne de înțeles că se va realiza o mare economie de muncă de rutină, practic întreaga activitate concentrîndu-se spre activități mult mai interesante și mai eficiente.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x LIPCON — Limbaj de proiectare constructiva și/sau programare a mașinilor cu comandă numerică.
- Manual de programare
- Manual de operare
- Documentație de proiectare. ICTCM — București, 1981.

[2] x x x : LIPCON-S — Limbaj de descriere în spațiul tridimensional.
- Manual de programare
- Manual de operare

ICTCM — București, 1983.

[3] x x x : Proiectare tehnologică asistată de calculator.
- Pachete de programe pentru proiectarea automată a ștanțelor. ICTCM — București, 1982.
- Pachete de programe pentru proiectarea automată a camelor. ICTCM — București, 1983.
- Pachete de programe pentru proiectarea automată a calibrelor și broșelor. ICTCM — București, 1984.

CZ : 681.3.004.14 : 621.833.1 : 658.516

Tipizarea roților dințate cilindrice exterioare din oțel de uz general

Ing. Cornel **MUNTEAN**, ing. Adela **MACAVEI**, mat. Florina **IACOVACHI** – I.C.T.C.M. București

Tipizarea roților dințate cilindrice exterioare și a arborilor-pinion, pe baza unificării geometrice a celor mai răspîndite tipuri utilizate în construcția de mașini, are ca scop economisirea de muncă de concepție, realizarea unor transmisii optimizate din punct de vedere al angrenajelor, precum și concentrarea fabricației acestor produse de uz general.

Criteriile care au stat la baza tipizării au fost :

— **criteriul funcțional** — realizarea unor serii complete de roți dințate care să ofere posibilitatea realizării de transmisii de uz general, cu una sau mai multe trepte de angrenare, în cele mai utilizate scheme cinematice (cu axe paralele, cu arbori de intrare și ieșire coaxiali sau combinate) ;

— **criteriul tehnologic** — realizarea unei unificări geometrice, atît la nivelul elementelor danturii și a elementelor geometrice ale corpului roților, cît și la nivelul numărului de mărci de oțeluri utilizate.

În urma analizelor tehnico-economice au fost realizate :

a) Unificarea elementelor geometrice ale danturii, pe baza optimizării factorului de formă și egalizării la maximum a vitezelor relative de alunecare, la intrarea și ieșirea din angrenare.

b) Unificarea dimensională pe grupe de roți dințate și arbori-pinion avînd module și numere de dinți diferite, pe baza optimizării și corelării următorilor parametri tehnico-economici :

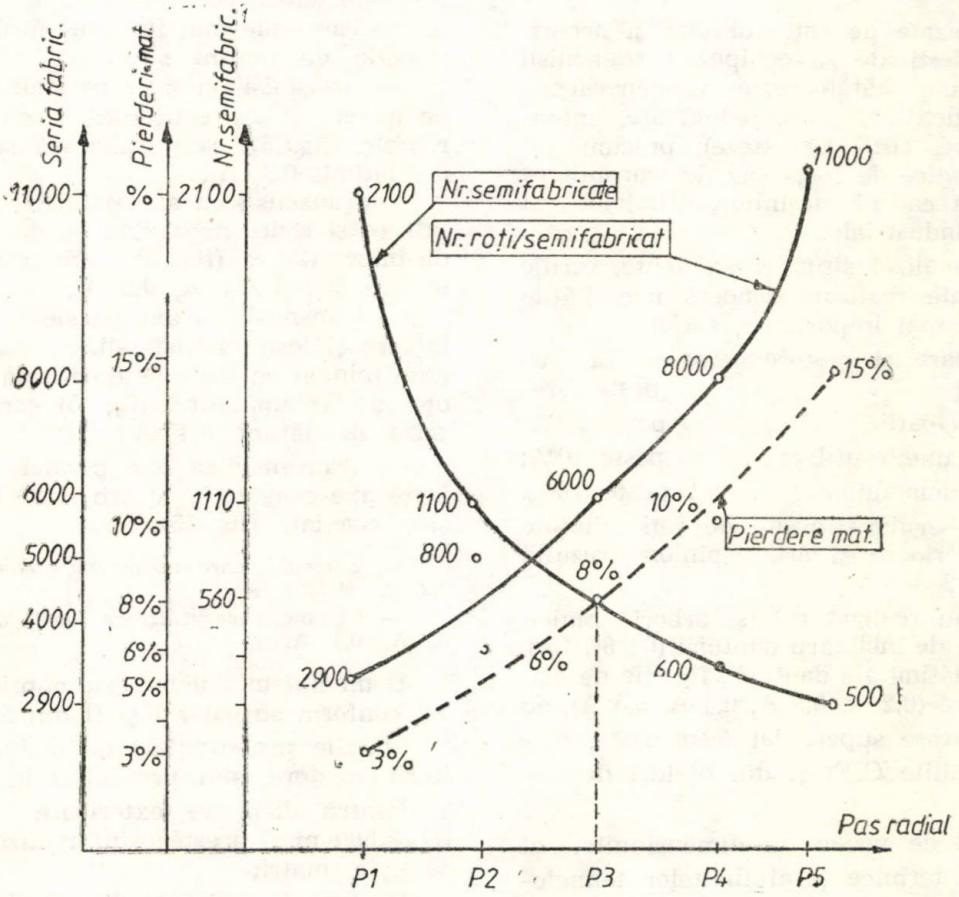


Fig. 1 Curbele de variație a numărului de semifabricate, numărului de roți pe semifabricat și pierderilor de material funcție de pasul radial. P1 ... P5 trepte de grupare geometrică a roților și arborilor pinion.

— pierderi minime de material prin așchiere și prin înglobare, ca urmare a grupării mai multor roți pe un semifabricat;

— număr maxim de roți, respectiv arbori-pinion pe un semifabricat.

Gradul de unificare al roților corespunde unei grupări a acestora pe semifabricate, cu pierderi de pînă la 3% pentru pasul radial P 3. Rezultă că acest grad de unificare prezintă interes în cazul unor serii de fabricație medii (cca. 4000 buc. fig. 1).

Pentru serii mari de fabricație, pierderile de material pot fi reduse la minimum modificînd cotele geometrice ale semifabricatelor, corespunzător unor valori optime.

c) Diminuarea maximă a numărului de oțeluri utilizate. Unificarea mărcilor de oțeluri utilizate pentru roțile dințate de uz general, creează premise pentru elaborarea unor standarde referitoare la :

— condiții tehnice de calitate a oțelurilor pentru angrenaje ;

— condiții tehnice de calitate a semifabricatelor forjate și turnate pentru angrenaje ;

— tehnologii pentru tratamente termice optime, funcție de categoriile de oțeluri folosite pentru angrenaje.

Seriile tipizate de roți dințate și arbori-pinion sînt destinate să echipeze transmisii mecanice de sine stătătoare, de uz general sau speciale (reductoare, motoreductoare, motovari-reductoare, cutii de viteze), precum și lanțuri cinematice de forță sau de transmitere a mișcării, în cadrul mașinilor, utilajelor și instalațiilor industriale.

Pe baza analizei situației existente, seriile de roți tipizate realizate acoperă necesitățile unor domenii mai importante, astfel :

— reductoare și motoreductoare de uz general . . . . peste 70%
— autotractoare . . . peste 30%;
— mașini unelte-utilaje . . peste 10%;
— restul domeniilor . . peste 10%.

Structura seriilor tipizate de roți dințate cilindrice exterioare și arbori-pinion rezultă din figura 2.

Astfel, s-au realizat roți și arbori pinion cu trei valori ale înclinării danturii (0^0, 6^0, 15^0), cu 4 serii de lățimi ale danturii, funcție de distanța între axe (0,2 A, 0,3 A, 0,4 A, 0,5 A), cu danturi durificate superficial (cementate, carbonitrurate, călite CIF) și din oțeluri de îmbunătățire.

Din punct de vedere al dimensiunilor, al tratamentelor termice și al limitelor tehnologice de realizare, roțile dințate se obțin prin forjare (în matriță sau liber), turnare și cu bandaje fretate, iar arborii pinion prin forjare în trepte (orbitală, în matriță, sau liberă).

Tipurile constructive de roți, seriile de lățimi și domeniul modulelor corespunzătoare supuse tipizării rezultă din tabelul 1, iar pentru arbori-pinion, din tabelul 2.

Roțile tip R 2 și R 5 (roți cu butuc asimetric) sînt destinate înlocuirii roților de tip R 1 și R 4 (roți simple), atunci cînd din considerente funcționale este necesar să să mărească capacitatea transmiterii momentelor. Pinioanele tip R 2.1 sînt destinate fixării pe capetele de arbori ale motoarelor electrice (la motoreductoare coaxiale, fig. 3).

Roțile tip R 3, realizate ca semifabricat cu dantură complet determinată, oferă posibilitatea obținerii de către utilizator a unor multitudini de forme, funcție de necesitățile specifice în cadrul unor transmisii speciale (ca de exemplu cutii de viteze, fig. 4).

Arborii-pinion realizați conform tipurilor constructive din tabelul 2, corespund, din punct de vedere al dimensiunilor specifice ale porțiunilor cilindrice D, L, L 1, astfel încît să permită realizarea transmisiilor mecanice conform figurilor 3 și 5.

Roțile și arborii-pinion prezenți în tabelele 1 și 2 asigură realizarea de transmisii și lanțuri cinematice complexe, cu 1, 2 și 3 trepte dintre care cele mai frecvent întîlnite în construcția de mașini sînt :

— transmisii cu axe paralele, cu arborii de intrare și ieșire necoaxiali, cu danturi durificate (fig. 5), care utilizează seria normală de lățimi 0,3 A ;

— transmisii cu axe paralele, cu arbori de intrare și ieșire necoaxiali cu danturi din oțel de îmbunătățire (fig. 5), care utilizează seriile de lățimi 0,4 A, 0,5 A ;

— transmisii cu axe paralele, cu arbori de intrare și ieșire necoaxiali, cu danturi combinate (pinion cu dantura durificată și roată din oțel de îmbunătățire, (fig. 5) care utilizează seria de lățimi 0,4 A ;

— transmisii cu axe paralele, cu distanța între axe constantă, cu arbori de intrare și ieșire coaxiali (fig. 5) cu :

— 2 trepte, care utilizează seriile de lățimi 0,3 A și 0,4 A ;

— 3 trepte, care utilizează seriile de lățimi 0,2 A, 0,3 A, 0,4 A.

Domeniul modulelor este cuprins între 1 și 14, conform șirurilor I și II din STAS 822-82.

Mărcile preferențiale de oțeluri și înlocuitorii acestora, sînt prezentați în tabelul 3.

Pentru diametre exterioare ale roților ($D_a \leqslant 600$ mm) acestea sînt realizate prin forjare în matriță.

Pentru dimensiunile diametrelor exterioare ale roților (respectiv ale corpurilor de roți, în cazul roților cu bandaje fretate), $D_a > 600$ mm, semifabricatele se vor realiza fie forjate liber, fie turnate.

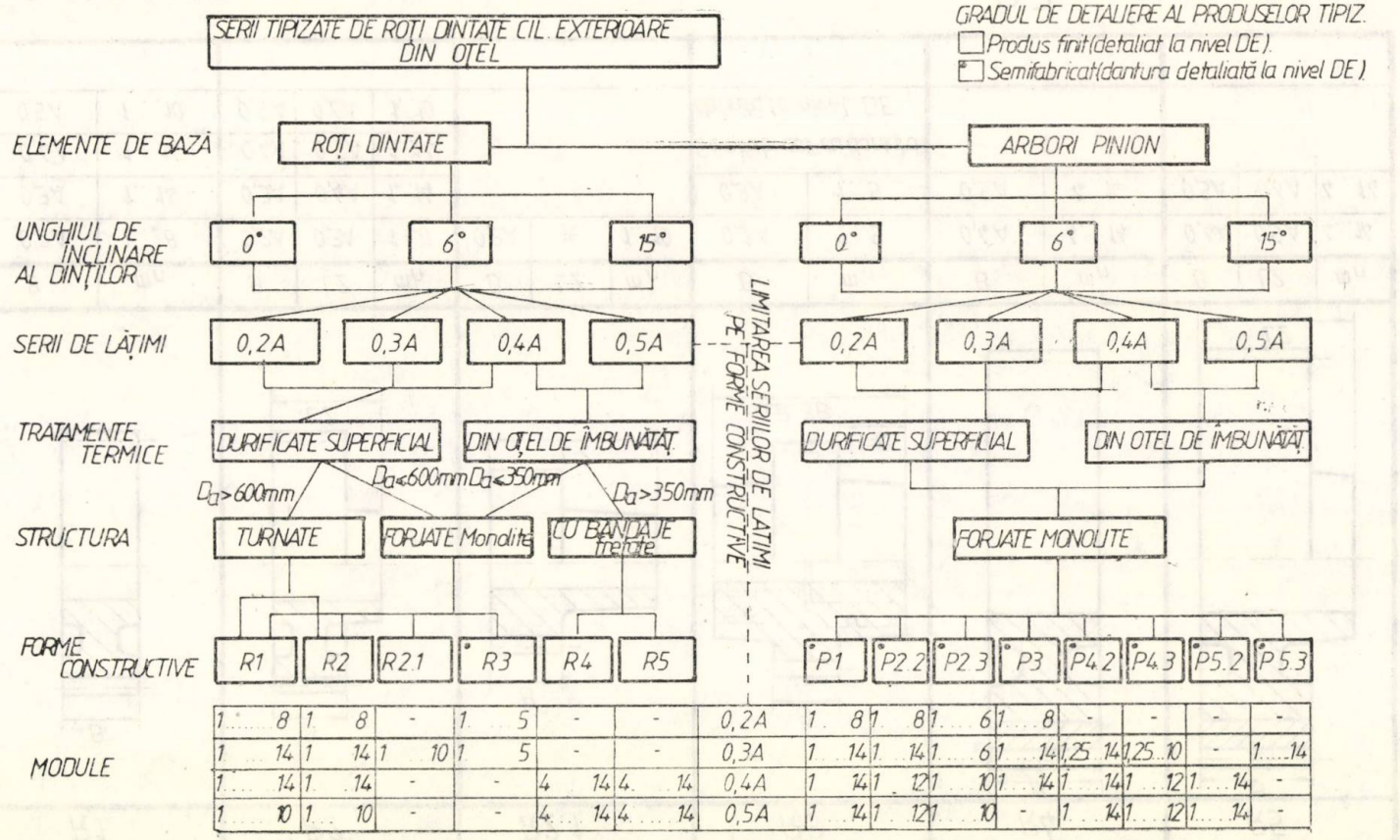
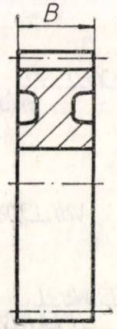
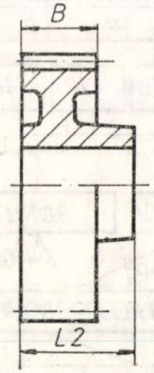
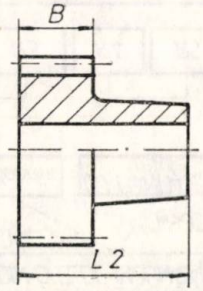
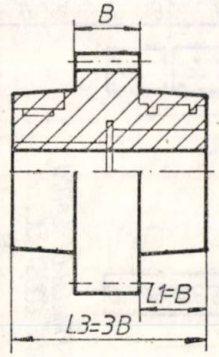
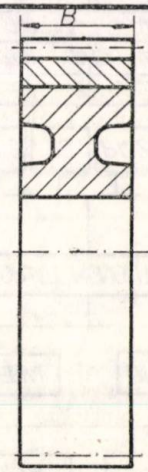
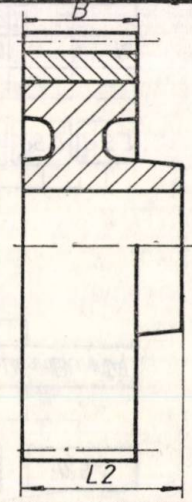


Fig. 2 Schema de structură a seriilor tipizate de roți dințate cilindrice exterioare și arbori pinion — din oțel.

Tipuri constructive de roţi dinţate cilindrice. Lăţimi nominale ale danturii - module - lungimi nominale

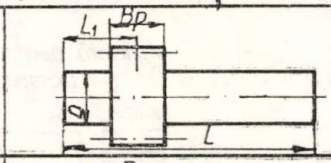
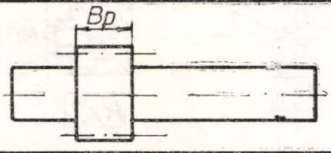
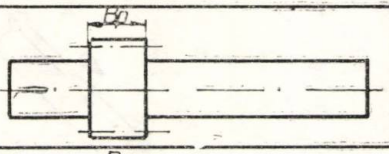
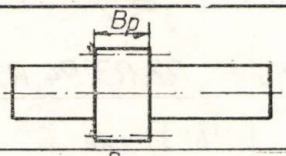
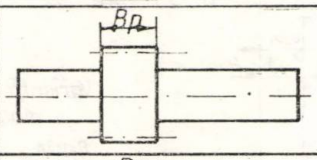
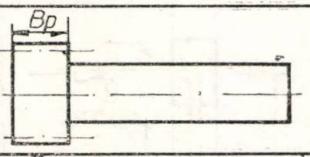
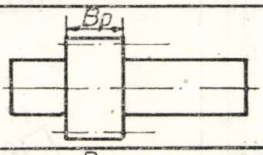
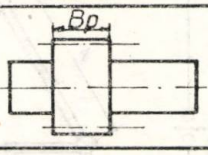
Tabel 1

R1		R2			R2.1			R3		R4		R5		
														
B	m_n	B	L2	m_n	B	L2	m_n	B	m_n	B	m_n	B	L2	m_n
0,2A	1...8	0,2A	0,3A	1..8	0,3A	*	1...10	0,2A	1...5	0,4A	4...14	0,4A	0,5A	4...14
0,3A	1...14	0,3A	0,4A	1...14				0,3A	1...5	0,5A	4...14	0,5A	0,6A	4...14
0,4A	1...14	0,4A	0,5A	1...14				Semifabricat cu dantura definită la nivel DE						
0,5A	1...10	0,5A	0,6A	1...10										

Gradul de detaliere este la nivel de documentatie de executie cu exceptia formei R3

Tipuri constructive de arbori pinion.
Lăţimi nominale ale danturii - module

Tabel 2

A≠ct	P1		Bp	0,2A	0,3A	0,4A	0,5A
			m_n	1...8	1...14	1...14	1...14
	P2.2		Bp	0,2A	0,3A	0,4A	0,5A
			m_n	1...8	1...10	1...12	1...12
	P2.3		Bp	0,2A	0,3A	0,4A	0,5A
			m_n	1...6	1...6	1...10	1...10
	P4.2		Bp	0,3A	0,4A	0,5A	
			m_n	1,25...14	1...14	1...14	
	P4.3		Bp	0,3A	0,4A	0,5A	
			m_n	1,25...10	1...12	1...12	
A=ct	P3		Bp	0,2A	0,3A	0,4A	
			m_n	1...8	1...14	1...14	
	P5.2		Bp	0,4A	0,5A		
			m_n	1...14	1...14		
	P5.3		Bp	0,3A			
			m_n	1...14			

Gradul de detaliere realizat este la nivel de semifabricat cu dantura definită la nivel de documentaţie de execuţie.

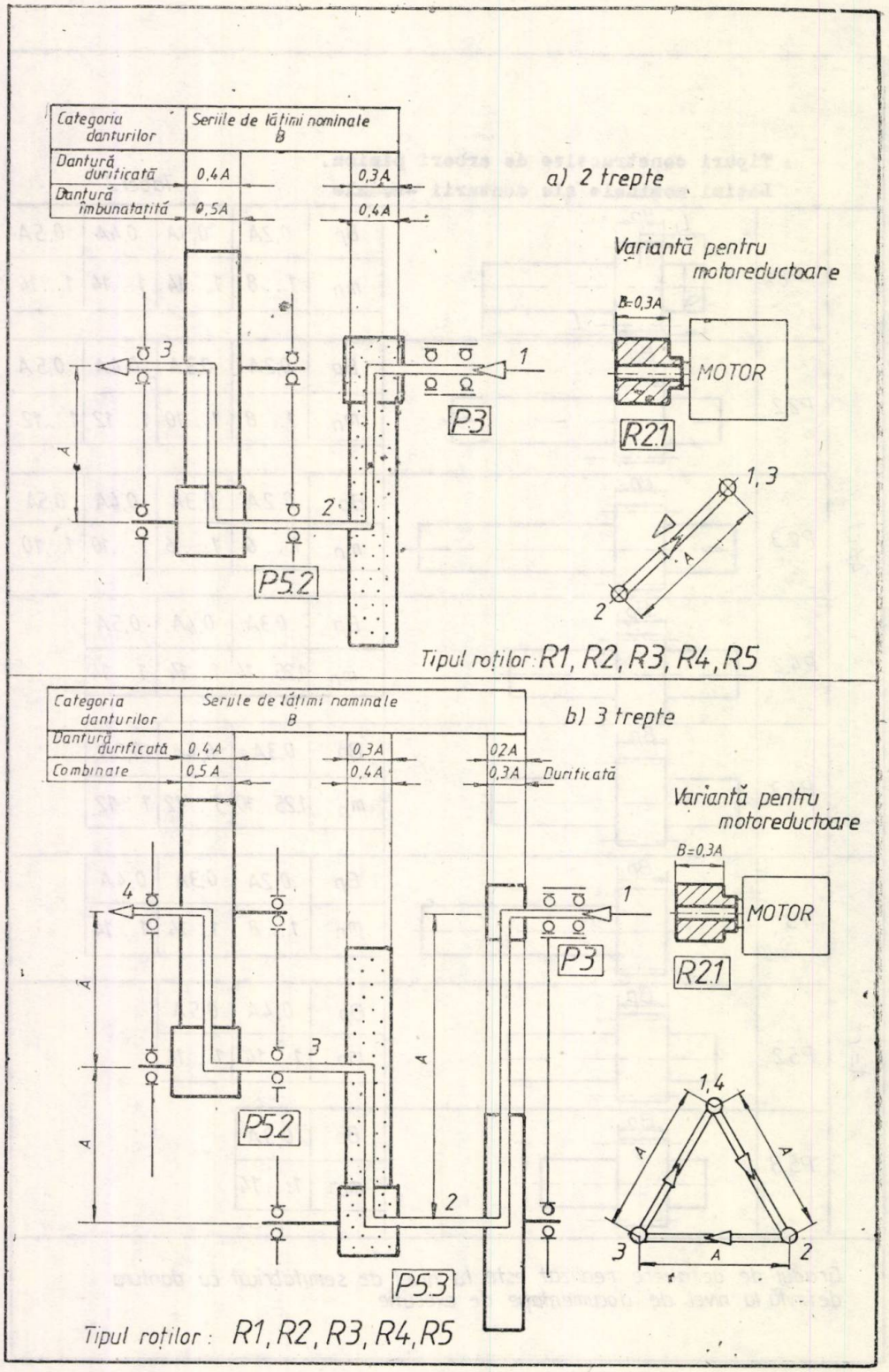


Fig. 3 Transmisii cu arbori de intrare și ieșire coaxiali (cu 2 și 3 trepte).

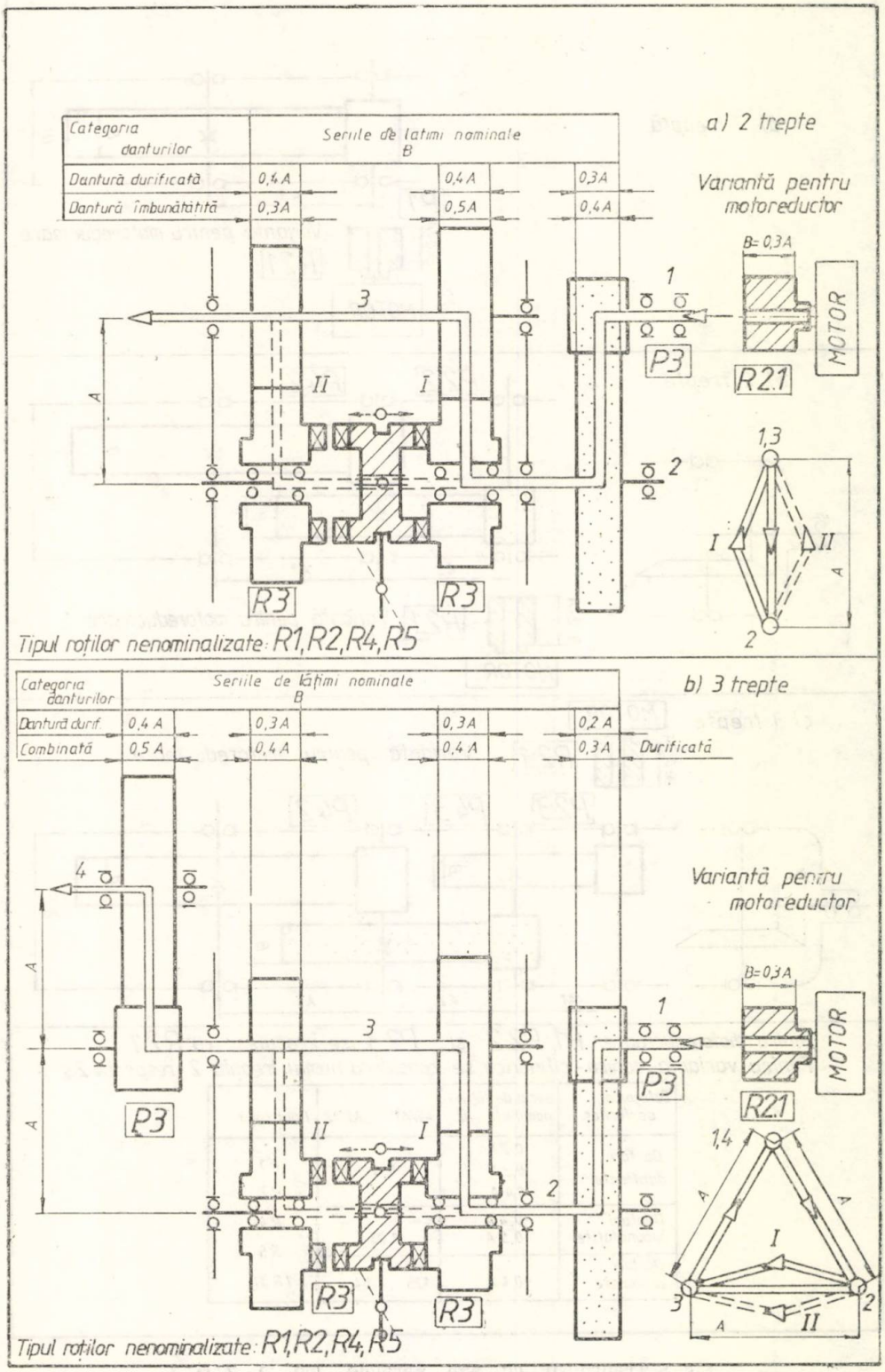
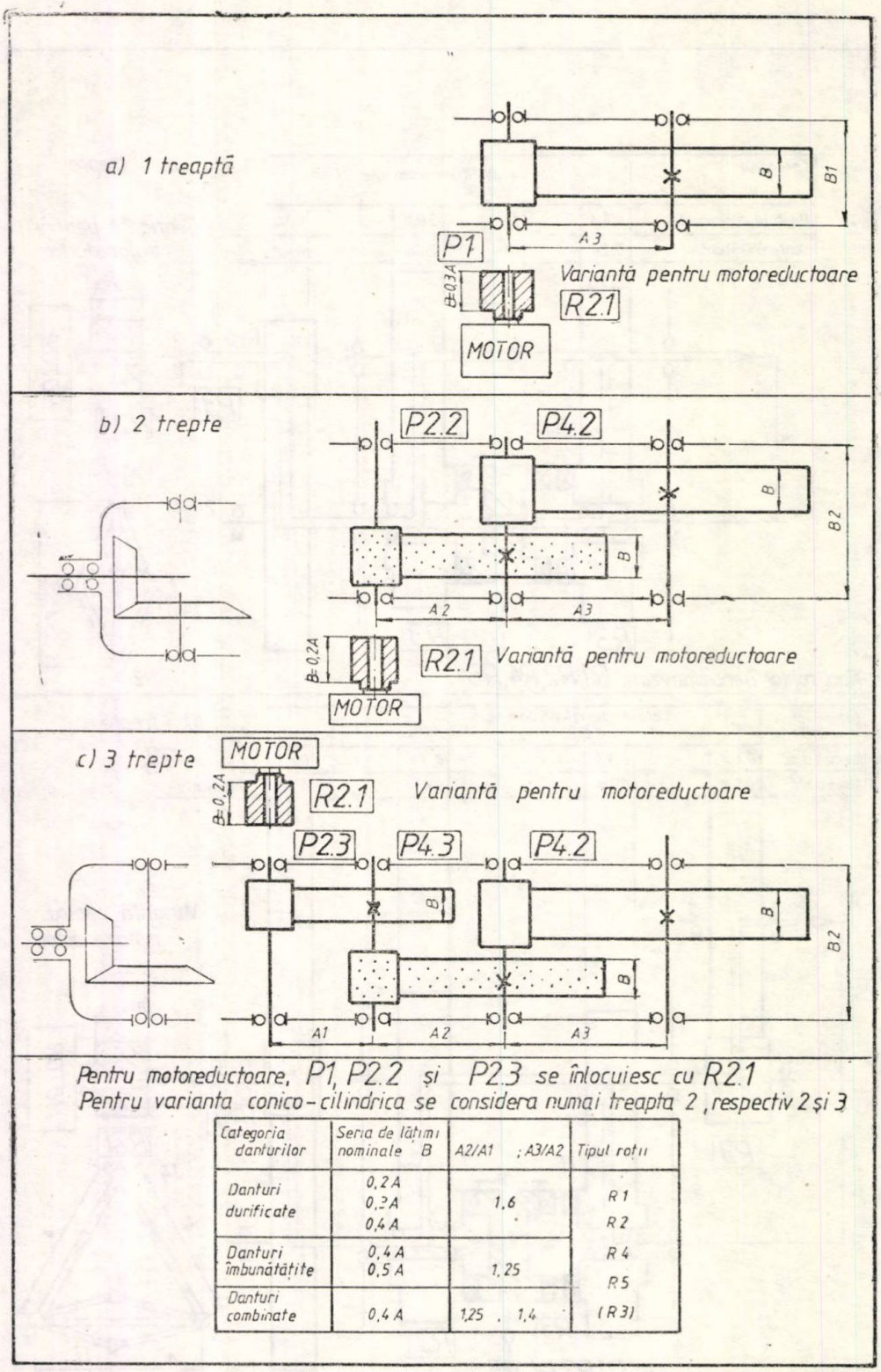


Fig. 4 Transmisii speciale (cu 2 și 3 trepte).



Pentru motoreductoare, P1, P2.2 și P2.3 se înlocuiesc cu R2.1
Pentru varianta conico-cilindrica se considera numai treapta 2, respectiv 2 și 3

Categoria danturilor	Seria de lățimi nominale B	A2/A1 ; A3/A2	Tipul roții
Danturi durificate	0,2 A 0,3 A 0,4 A	1,6	R 1 R 2
Danturi îmbunătățite	0,4 A 0,5 A	1,25	R 4 R 5
Danturi combinate	0,4 A	1,25 . 1,4	(R 3)

Fig. 5 Transmisii cu axe paralele (cu 1, 2 și 3 trepte). (Variante pentru conico-cilindrice — 2 și 3 trepte).

Materiale – tratamente termice – Tabel 3 –

ROȚI ȘI ARBORI-PINION – Construcții monolite – DANTURI DURIFICATE SUPERFICIAL

Serii nominale de lățimi	Da ≤ 600 mm – FORJATE ÎN MATRIȚĂ Tipuri roți: R1; R2; R3; R4 Tipuri arbori pinion: toate tipurile	Da > 600 mm FORJATE LIBER; TURNATE Tipuri roți: R1; R2; R4
0,2A	1. Cementare – călire 17CrNiMo6XS • – STAS 11512-80 21MoMnCr12XS; 18MoCrNi13XS – STAS 791-80 OLC 15XS – STAS 880-80	
0,3A	2. Nitrurare – Nitrurare ionică 38MoCrAl09XS • • – STAS 791-80 OLC 45XS – STAS 880-80 3. Călire CIF ••• 41MoCr11CS, OLC 45CS – STAS 10677-76	
0,4A		TURNATE 4. Carburare – Carbonitrurare – Nitrurare T30MoCrNi14 – STAS 1773-80 OT 550-3 – STAS 600-82

ROȚI ȘI ARBORI-PINION – DANTURI DIN OȚELURI DE ÎMBUNĂTĂȚIRE

Serii nominale de lățimi	Da ≤ 350 mm – MONOLITE FORJATE ÎN MATRIȚĂ Tipuri roți: R4, R5 Tipuri arbori pinion: toate tipurile	Da > 350 mm – CU BANDAJE FRETATE FORJATE Tipuri roți: R4; R5
0,4A	Îmbunătățire 34MoCrNi15XS, 41MoCr11XS – STAS 791-80 40Cr10XS – STAS 791-80 OLC 45XS – STAS 880-80	Corpul roților cu bandaj: Da ≤ 600 mm – FORJATE ••
0,5A		OL 50 – STAS 500/2-80 Da > 600 mm – TURNATE OT 600-2 – STAS 600-82 OT 550-3 – STAS 600-82

• Mărcile de oțeluri încadrate sînt preferențiale și corespund angrenajelor cu performanțe superioare.

•• Se realizează din semifabricate avînd elementele geometrice identice cu roțile dințate monolite

••• Tratamentul C.I.F se aplică diferențiat, dinte cu dinte sau în masă, funcție de mărimea modulului.
(pentru m > 6 se va durifica gol cu gol – numai flancurile active și fundul danturii)

Din tabelul 4 rezultă domeniile dimensionale ale semifabricatelor corespunzător tipurilor constructive de roți și arbori-pinion, în funcție de natura semifabricatului.

Producătorul de semifabricate forjate sau turnate, în funcție de seriile de fabricație și de parametrii tehnico-economici, poate optimiza valorile acestora prin modificarea dimen-

b) din datele de mai sus se stabilesc :

— schema cinematică a transmisiei care să corespundă, dacă este posibil, uneia din schemele recomandate în figurile 3 sau 5 ;

— numărul de trepte de reducere preliminar și valoarea rapoartelor de reducere pe fiecare treaptă ($i_{max} = 6{,}3$) ;

— calitatea materialelor danturilor (durificate superficial sau din oțeluri de îmbunătățire);

Semifabricatele roților dințate și arborilor pinion. Domenii dimensionale pentru forme constructive

Tabel 4

CATEGORIA DANTURII	ROȚI DINȚATE ($\beta = 0°; 6°; 15°$)		ARBORI-PINION ($\beta = 0°, 6°, 15°$)	
	Semifabricate forjate	Semifabricate turnate	Semifabricate laminate	Semifabricate forjate
durificată superficial	$D_a \leq 600$; R1 ; R2	$600 < D_a \leq 4{,}5\,D1max$ * R1, R2	$D_a \leq D$	$D_a > D$
	$D_a \leq 380$; R2.1		P1, P2.2, P2.3, P3, P4.2, P4.3, P5.2, P5.3	
	$D_a \leq 350$; R3			
din oțeluri de îmbunătățire	$D_a \leq 350$; R1 ; R2		$D_a \leq D$	$D_a > D$
	$350 < D_a \leq 600$; R4 ; R5 Bandaj și corp roată forjate	$600 < D_a \leq 4{,}5\,D1max$ R4, R5 Bandaj forjat Corp roată turnat	P1, P2.2, P2.3, P3, P4.2, P4.3, P5.2	
	* D1max = alezajul maxim		D = diametrul zonelor nedanturate ale semifabricatelor	

Observație În N.T.R. gruparea roților dințate și arborilor pinion pe semifabricate este realizată pe aceeași lățime și înclinare a danturi ($\beta = 0°, 6°, 15°$)

siunilor prevăzute în Normele de Tipizare Republicane (NTR). Acest fapt este asigurat cu ajutorul programelor de calcul și prin elaborarea automată a documentațiilor de execuție întocmite în acest sens.

NTR cuprinde roți și arbori-pinion optimizați din punct de vedere geometric, conform tipurilor constructive prezentate anterior, cu danturi din oțeluri durificate superficial și îmbunătățite, după cum rezultă din fișa de calcul de la calculator (tab. 5).

Alegerea roților și arborilor-pinion din NTR necesită parcurgerea etapelor prevăzute în schema logică din tabelul 6, din care menționăm următoarele faze importante :

a) stabilirea parametrilor de bază ai transmisiei :

— puterea transmisă : P [kW] ;
— turația de antrenare (ieșire) : n_2 [rot ^{1}) ;
— turația motorului de acționare : n_1 [rot^{-1}] ;
— gabaritul maxim al transmisiei ;
— regimul de funcționare al mașinii sau utilajului antrenat, pe baza căruia se determină coeficientul de serviciu (C_s).

c) din tabelul 7 și figura 3 sau 5, se identifică seriile de lățimi ale roților dințate, corespunzătoare calității materialelor danturilor, tipurilor constructive de roți și arbori-pinion necesari ;

d) se realizează calculul de dimensionare pentru fiecare treaptă de angrenare — cu ajutorul programului de calcul, elaborat de I.C.T.C.M. În urma calculului rezultă :

— distanța între axe A (din condiția de rezistență la presiunea de contact) ;
— modulul normal m_n (din condiția de rezistență la încovoiere) ;
— numărul de dinți z_1, z_2 ;
— valorile $\frac{B}{A} = 0{,}2;\ 0{,}3;\ 0{,}4;\ 0{,}5$;
— $\beta = 0^0;\ 6^0;\ 15^0$;

e) verificarea angrenajului adoptat, tot cu ajutorul programului de calcul existent ;

f) definitivarea alegerii roților dințate, care presupune și adoptarea elementelor de

Fișă de calcul - exemplu

Tabel 5

I.C.T.C.M. BUCUREȘTI

SERII TIPIZATE DE ROȚI DINȚATE CILINDRICE
- NORMA DE TIPIZARE -

SIMBOL: 1354 NTR
PAGINA: PAG: 5

R2 : ROATA CU BUTUC ASIMETRIC

TABEL R2 - 7. 5

m =2,50 MM BETA= 0 GRADE B= 26 MM SEMIFABRICAT: Rg.B.DiMAX.N.X.Y. S= 12 MM R= 5 MM

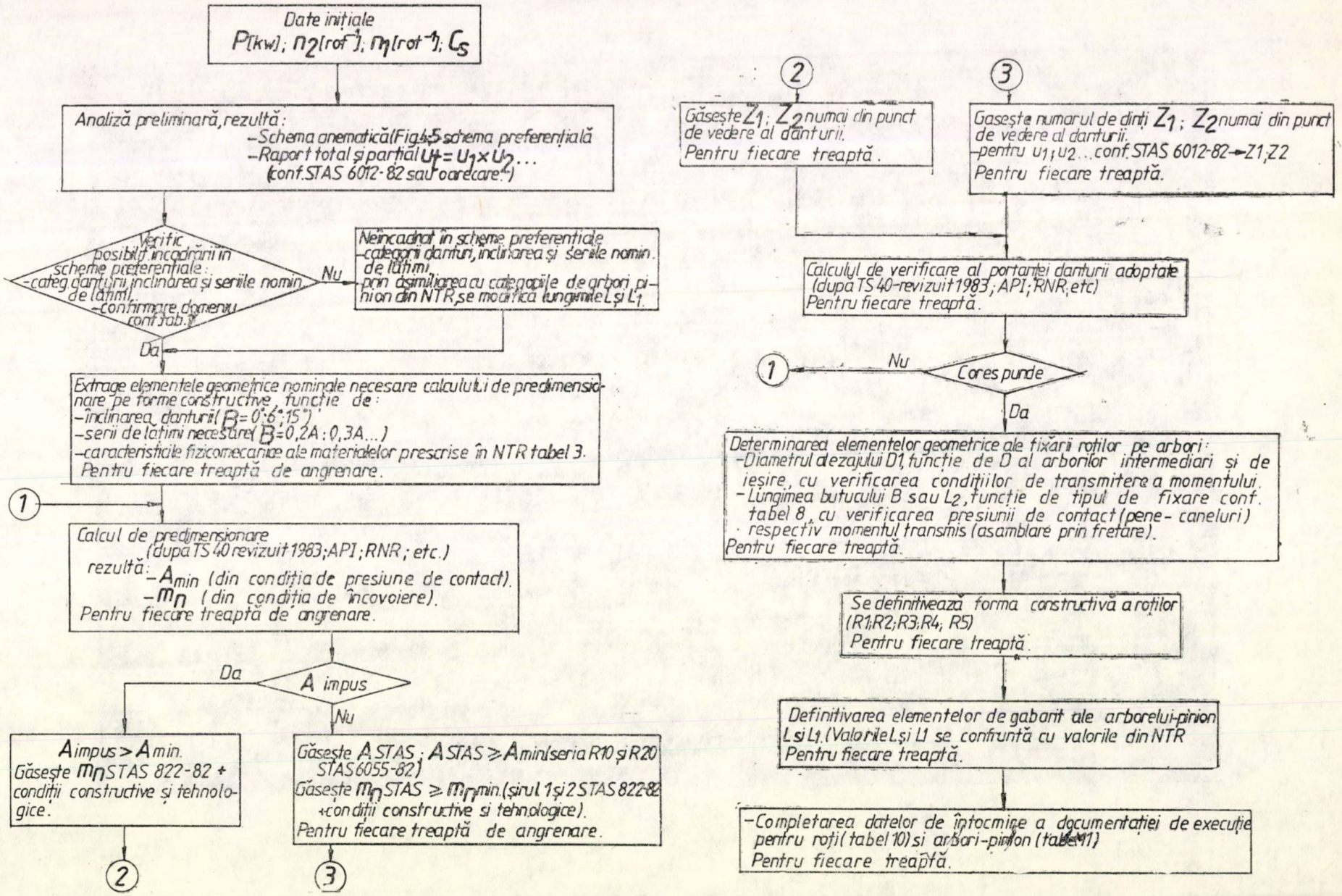
ROȚI DURIFICATE - FORJATE

Z	DA	XN	SERIE ALEZAJE 1 Lg = 33 MM					SERIE ALEZAJE 2 Lg = 41 MM				
			D1	dg	D3	MASA	N.X.Y.	D1	dg	D3	MASA	N.X.Y.
	MM		MM	MM	MM	KG		MM	MM	MM	KG	

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabelul 6

Schema logică pentru alegerea soților dințați și arborilor-pinion tipizați



Tabel 6 continuare

Domenii de combinare pe trepte de angrenare și scheme cinematice ale tipurilor constructive de roți dințate cilindrice și arbori-pinion având aceeași înclinare Tabel 7

Serii de lățimi nominale B	Tipuri constructive: Roții	Tipuri constructive: Arbori pinion	m_n	Categorii de tratam. termice: D	Categorii de tratam. termice: Î	Domeniul distanțelor între axe (A) pentru β=0°-6°-15°	Scheme cinematice: A≠ct (Fig. 5): 1T	A≠ct (Fig. 5): 2T	A≠ct (Fig. 5): 3T	A=ct (Fig. 3): 2T	A=ct (Fig. 3): 3T
0,2A	R1 R2 R3	P1 R21 P22 P23 P3	1 ... 8	+		40 .. 280	+	+	+	+	+
0,3A	R1 R2 R3	P1 R21 P22 P23 P3 P42 P43 P52	1 14	+		40 500	+	+	+	+	+
0,4A	R1 R2	P1 P22 P23 P3 P42 P43 P52	1 14	+		40 .. 500	+	+	+	(+) *	(+) *
	R1 R2 R4 R5	P1 P22 P23 P3 P42 P43 P52	1 ... 14		+	40 ... 500	+	+	+	(+) * *	-
0,5A	R1 R2 R4 R5	P1 P22 P23 P42 P43 P52	1 ... 14		+	40 ... 500	+	+	+	-	-

* Cu-P53 din seria 0,3A (treapta 1) * * Cu-P52 din seria 0,5A
P3 din seria 0,3A (treapta 1) roții din seria 0,5A

În cadrul seriilor de lățimi 0,4A se pot realiza transmisii combinate (pinioane durificate și roți din oțeluri de îmbunătățire) conform schemelor A≠ct.; A=ct

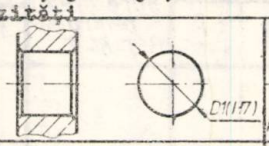
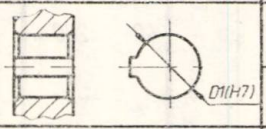
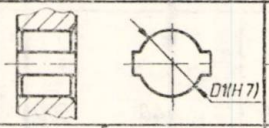
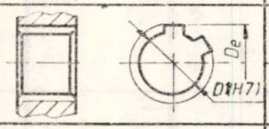
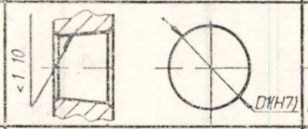
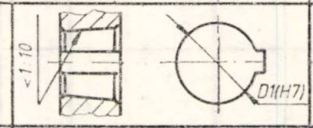
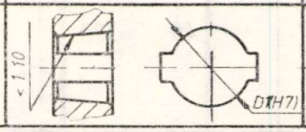
fixare pe arbori (tab. 8), diametrul alezajului — D_1, lungimea butucului B ; 1 — tipul de fixare pe arbori).

Definitivarea acestor elemente, inclusiv a abaterilor și claselor de precizie corespunzătoare, se realizează pe baza calculelor de verificare clasice, cu respectarea condițiilor tehnice din literatura de specialitate, adaptate la specificul transmisiei considerate.

Pentru arborii-pinion, definitivarea alegerii tipului constructiv presupune adoptarea

Tipuri de fixare a roților dințate cilindrice pe arbori. Diametre, ajustaje, abateri de formă și poziție, rugozități

Tabel 8

1	CILINDRIC LIS (Asamblate prin frețuire)		D1	14...260	12...75		60...260
			Tip roată	R1, R2	R2.1	R3	R4, R5
2	CILINDRIC CU O PANĂ		D1	14...260	12...75		60..260
			Tip roată	R1, R2	R2.1	R3	R4, R5
3	CILINDRIC CU DOUĂ PENE		D1	14...260	12...75		60..260
			Tip roată	R1, R2	R21	R3	R4, R5
4	CILINDRIC CU CANELURI DREPTUNGHIULARE (STAS 1769-68)		D1	13...112	11...72		62...112
			Tip roată	R1, R2	R2.1		R4, R5
5	CONIC LIS		D1	14...220	12...75		60...220
			Tip roată	R1, R2	R2.1		R4, R5
6	CONIC CU O PANA		D1	14...220	12...75		60...220
			Tip roată	R1, R2	R2.1		R4, R5
7	CONIC CU DOUA PENE		D1	14...220	12...75		60...220
			Tip roată	R1, R2	R2.1		R4, R5

Abaterile de formă și poziție ale alezajelor:
- TFl - cilindricitate — clasele VI; VII; VIII; IX — STAS 7391/2-74
- TFc - circularitate — clasele VI; VII; VIII; IX — STAS 7391/2-74
- TPi - înclinare — clasele VI; VII; VIII; IX — STAS 7391/3-74

Ajustaje pentru canale de pană: D10, Js9, P9 STAS 1004-81, STAS 8724/4-71

Abateri de formă și poziție pentru canalele de pană:
- TPl - paralelism — clasele VI; VII; VIII; IX — STAS 7391/3-74
- TPs - simetrie — clasele VI; VII; VIII; IX — STAS 7391/4-74

Ajustaje pentru diametrul exterior al canelurii (De) - D9; F8, F9 STAS 1769-68

Rugozitatea alezajelor: $\sqrt{}$ (rectificate) $\sqrt{}$ (strunjite)

Rugozitatea suprafețelor active ale locașelor de pană $\sqrt{}$ (broșate) $\sqrt{}$ (mortezate)

Rugozitatea flancurilor active ale canelurilor $\sqrt{}$ (broșate)

Valorile încadrate sînt recomandabile și se includ în documentația de execuție dacă utilizatorul nu specifică nimic în acest sens.

diametrului zonelor nedanturate D și lungimile L și L_1 (tab. 2).

termic și operațiile de finisare, sînt conținute în tabelul 9.

Trepte de precizie ale danturii. Dependența funcție de tratamentul termic și operații de finisare

Tabel 9

Categoria tratamentului termic al danturii	Tipul tratamentului termic	Operații de finisare a danturii	Seria de lățimi nominale	Trepte de precizie ale danturii (STAS 6273-81) Diametre exterioare D_a [mm]		
				≤ 300	300...600	>600
Durificate superficial	Carburare Carbonitrurare	Rectificare + Lepuire	0,2A	5-6	6-7	–
		Rectificare îngrijită	0,2A	5-6-7	6-7	–
			0,3A	5-6-7	6-7	7
			0,4A	6-7	7-8	8
	Îmbunătățire și nitrurare Nitrurare ionică Cianurare	Frezare îngrijită	0,4A	7-8	8-9	9
			0,5A	7-8	8-9	9
		Frezare + șeveruire	0,4A	7-8	8-9	9
			0,5A	7-8	8-9	9
	Îmbunătățire și CIF Flacără $m_n > 6$	Frezare îngrijită	0,4A	8	**(8)-9	9-10
			0,5A	8	9	(9)-10
		Frezare+ șeveruire	0,4A	8	(8)-9	9-10
			0,5A	8	9	(9)-10
Îmbunătățire	Îmbunătățire	Frezare îngrijită	0,4A	7-8	8-9	(8)-9
			0,5A	8	8-9	9
		Frezare+ șeveruire	0,4A	7-8	8-9	(8)-9
			0,5A	8	8-9	9

* Valori informative, realizabile în condiții economice.

** Valorile din paranteză presupun precauțiuni tehnologice de realizare. Realizarea de roți dințate și arbori-pinion, în trepte de precizie mai ridicate decît cele indicate în tabel, se poate face numai pe bază de înțelegere între furnizor și beneficiar.

Datele privitoare la alegerea treptelor de precizie a danturii, funcție de tratamentul

Pentru obținerea documentației de execuție a roților și a semifabricatelor cu dantura

complet determinată, pentru arborii-pinion, au fost elaborate programe automate de realizare pe calculator și masa de desen.

on, precum și după identificarea lor în NTR, este necesar să se completeze formularele din tabelele 10 și 11.

Formular de date pentru întocmirea documentației de execuție pentru roata dințată

ROATA DINȚATĂ TIP: R1 .....

Tabel 10

ELEMENTE ALE ROȚII	DENUMIREA PARAMETRULUI		SIMBOL	STAS / NTR	VALOAREA PARAMETR.
Elemente ale danturii	Modulul normal		m_n	822 82	4
	Înclinarea danturii / Sens înclinare		B/s; D		6°/s
	Numărul de dinți		z_2		67
	Lățimea danturii		B		64
	Distanța între axe a angrenajului și abaterea conform STAS 6273-81		A ±	6055-82	180 ± 0,105
	Profilul de referință		F	821-82	0,3/F 0,02 × × 0,45
	Flancare longitudinală		L	–	
	Raionarea danturii (pentru R3-B= 0°)		C	–	
	Treapta de precizie		–	6273-81	6
	Tipul ajustajului roților în angrenare		–	6273-81	H
	Marca oțelului danturii		–	tabel 3	21MoMnCr12XS
	Tipul tratamentului termic		–	tabel 3	cementat călit
	Duritatea medie a flancurilor active		HRC	–	58
	Duritatea medie a miezului		HB	–	280
	Numărul de dinți ai roții conjugate		z_1		21
Elemente ale alezajului	Tipurile de alezaje conform tabel 8 1; 2; 3; 5; 6; 7	Diametrul / grupă toleranță alezaj	D1/(H...)	tabel 8	100 (H7)
		Cilindricitatea (⌭)	TFI	7391/2-74	VIII
		Circularitate (○)	TFc	7391/2-74	VIII
		Înclinare (∠)	TPi	7391/3-74	–
	Alezaj canelat tabel 8 tip 4	Diametrul interior / Grupa toleranțe alezaj	D1/(H...)	1769-68	–
		Ajustajul pt. diametrul exterior	tabel 8	1769-68	–
	Calitatea suprafeței alezajului D1		√	tabel 8	1,6 √
Fixare pe arbori	Tipul fixării		1...7	tabel 8	2
	Ajustajul penei(lor) - canelurii		tabel 8	1004-81	P9
	Abateri de formă și poziție pene-caneluri pentru tipuri 2; 3; 6; 7	Paralelism (//)	TPI	7391/3-74	VIII
		Simetrie (⌯)	TPs	7391/4-74	VIII
	Calitatea supraf. locaș pană-caneluri		tabel 8	–	√
Număr de bucăți			–	–	5000

În acest sens, după stabilirea elementelor geometrice ale roții dințate și arborelui pinion, precum și după identificarea lor în NTR, este necesar să se completeze formularele din tabelele 10 și 11.

În vederea realizării, la nivelul documentației de execuție, a roților dințate și arbo-

rilor-pinion, care fac obiectul NTR în cadrul I.C.T.C.M., a fost necesară elaborarea mai

1 — Pachete de programe de optimizare și realizare a geometriei danturilor;

Formular de date pentru întocmirea documentației de execuție pentru arbore-pinion

ARBORE PINION TIP: P1

Tabel 11

Element arbore pinion	Denumire	Simbol	STAS NTR	Valoare parametru
Elemente ale danturii	Modul normal	m_n	822-82	4
	Înclinarea danturii/sensul înclinării	β/S;D		6°/S
	Număr de dinți	Z1		21
	Lățimea danturii (rotii)	B		33
	Distanța între axe a angrenajului și abaterea conform STAS 6273-81	A±	6055-82	180±0,105
	Profilul de referință	F		Profil referință STAS 821-82
	Flancare longitudinală	E		
	Treapta de precizie	-	6273-81	6
	Tipul ajustajului roții în angrenare	-	6273-81	H
	Marca oțelului danturii	-	tabel 3	21MoMnCrXS
	Tipul tratamentului termic	-	tabel 3	cementat călit
	Duritatea medie a flancurilor active	HRC	-	60
	Duritatea medie a miezului	HB	-	280
	Numărul de dinți al roții conjugate	Z2		67
Elemente ale semifabricatului	Diametrul maxim al cozilor	D		70 *
	Lungimea totală	L		385 *
	Lungimea de poziționare a zonei danturate	L1		122 *
Număr de bucăți		-	-	5000 buc

* Se stabilesc în limitele dimensionale prevăzute în NTR
În cazul depășirii gabaritului indicat în NTR se vor stabili domeniile necesare de comun acord cu furnizorul

multor programe, care funcție de specificul obiectivelor urmărite pot fi încadrate în 3 grupe importante :

2 — Pachete de programe de unificare și optimizare a elementelor geometrice ale corpului roților dințate.

Acest lucru a fost realizat pe baza unor algoritme de optimizare, care permit, cu intervenții minime, mai multe variante de unificare, funcție de seriile de fabricație.

Aceste pachete de programe includ și programele de editare a elementelor geometrice necesare prezentării în NTR, în diverse ipoteze ale tipizării geometrice.

3 — Pachete de programe în vederea realizării documentației de execuție, asistată de calculator, a oricărei roți dințate sau arbore-pinion, realizate cu ajutorul limbajului LIPCON, pe calculatorul I 100 și masa de desen CALCOMP.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Dudley, D.W.:* Gear Handbook. Mc. Graw — Hill Book Co. New York, 1962.

[2] *Dudley, D.W. Winter:* Zahnrader Berechnung. Entwurt und Herstellung nach amerikanischen Erfahrungen springer — Verlag, Berlin, 1961.

[3] *Henriot, G.:* Traité theorique et practique des engrenages, Dunod, Paris, Tome I et II, 1960, 1961.

[4] *Niemann, G.:* Maschinenelemente, Teil I und II. Springer — Verlag, 1965.

[5] *Rosza, F.:* Probleme comune ale angrenajelor. În „Manualul inginerului mecanic", volumul „Mecanisme, organe de mașini, dinamica mașinilor", Editura Tehnică, București, 1976.

[6] *Winter, H.:* Tragfahigkeitsberechnung von Stirnund Kegelrädern nach DIN 3990. In: VDI—Z, nr. 4, 1969, S.209—216.

[7] * * *: Metodologie generală de calcul geometric și de rezistență a angrenajelor paralele cilindrice exterioare și interioare cu dantură dreaptă și înclinată, cu optimizarea soluției constructive pentru calculul automat pe calculator (STAS în curs de apariție).

[8] * * *: DIN 3990—1970. Tragfähigkeitsberechnug von Stirn und Kegelrädern .

[9] * * *: TGL 29888—1975. Zahnräder. Stahlstirnräder aus einem Stück und Stirnradwellen. Sortimentsübersicht.

[10] * * *: TGL 29889/01—1975. Zahnräder. Stimrader für beliebige Paarung Geradstirnrädereinsatzgehärtet.

[11] * * *: TGL 29889/02—1975. Stirnräder für beliebige Paarung Schrägstirnräder ein satzgehärtet.

[12] * * *: TG 29889/03—1975. Zahnräder. Stirnräder für beliebige Paarung. Geradstirnräder nicht wärmbehandelt.

[13] * * *: TGL 29889/04—1975. Zahnräder. Stirnräder für beliebige Paarung. Taleranzen und Oberflächenrauhet Form und Lageabweichungen.

[14] * * *: TGL 29890/01—1975. Zahnräder. Stirnräder für standardisierte Achsabstände Schrägstirnräder und Schrägtirnradwellen einsatzgehärtet.

[15] * * *: TGL 29890/02—1975. Zahnräder. Stirnräder für standardisierte Achsabstände Schrägstirnräder und Schrägstirnradwellen Karbonitriergehärtet.

[16] * * *: TGL 29890/03—1975. Zahnräder. Stirnräder für standardisierte Achsabstände. Geradstirnräder und Geradstirnradwellen Karbonitriergehärtet.

[17] * * *: TGL 29891—1975. Zahnräder. Stahlstirnräderaus einem Stük und Stirnradwellen Konstruktionsvorschriften.

CZ : 519.683 : 621.74.53 : 66.043

Metodă numerică pentru calculul învelișurilor refractare multistratificate pentru cuptoare de topire sau încălzire (regim stabilizat termic)

Ing. Nicolae **TEIANU** – I.C.S.I.T.P.S.C. București

Generalități

La proiectarea învelișurilor refractare multistratificate pentru cuptoare, apar dificultăți legate de necunoașterea coeficientului de conducție pe fiecare din cele K straturi componente, coeficientul de conducție fiind acceptat sub forma : $\lambda_i = a_i + b_i \cdot t_m$. În relație, a_i, b_i sînt coeficienți de catalog caracterizînd materialul refractar al stratului i din componența zidăriei iar temperatura medie a stratului, t_m nu se cunoaște valoric, avînd expresia :

$$t_m = (t_{st} + t_{dr})/2$$

Aici, t_{dr} și t_{st} sînt temperaturile feței din „dreapta", respectiv „stînga" ale stratului refractar i, considerînd t_{st} ca fiind temperatura feței mai calde (fig. 1).

Metoda mai jos prezentată rezolvă cu multă acuratețe problema determinînd exact toate temperaturile inter-fețelor straturilor, inclusiv temperatura exterioară a cuptorului, fiind aplicabilă la toate tipurile de zidărie :

α — zidărie plană ;

β — zidărie cilindrică ;

γ — zidărie sferică.

Cele trei cazuri se vor prezenta în paralel, fiind asemănătoare. Calculele se pot face cu calculatorul științific obișnuit, sau pe micro-

computere de programare personală autonomă, care încep a fi utilizate tot mai mult de specialiștii din proiectarea de utilaje. Metoda se poate aplica la învelișuri refractare cu un număr de straturi, ori-cît de mare.

Datele problemei:

Se cunosc temperatura t_k (presupusă) a peretelui exterior al cuptorului, temperatura

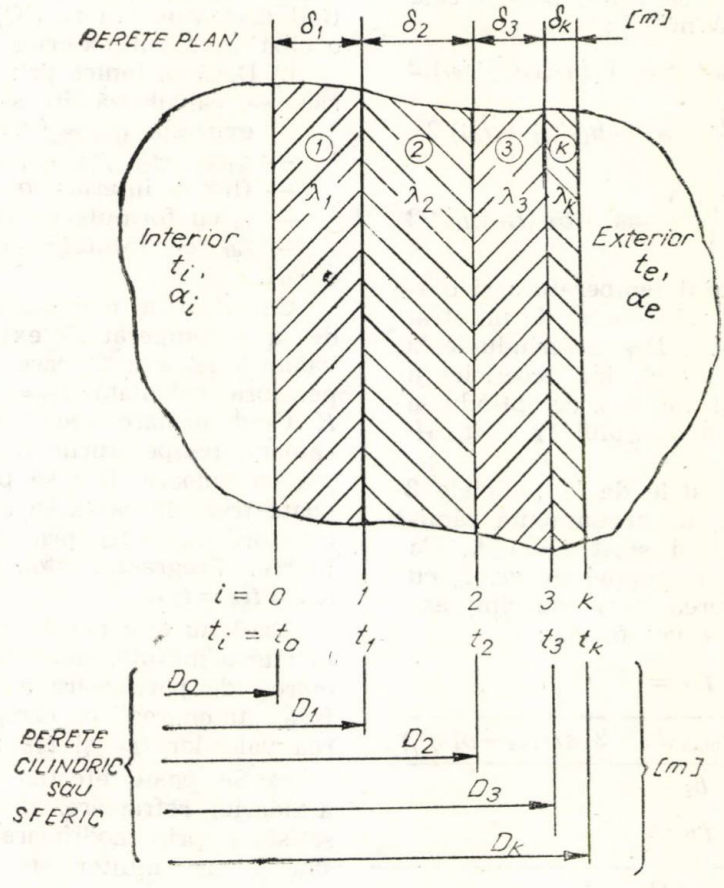


Fig. 1

t_i a fluidului fierbinte din cuptor, natura straturilor refractare ce compun zidăria, succesiunea lor; se acceptă temperatura mediului ambiant $t_e = 20°C$, precum și coeficientul de transmisie α_i [W/m²/°C], între fluidul din cuptor și fața în contact cu el.

Se stabilesc provizoriu grosimile straturilor refractare δ_i pentru zidărie plană (α), respectiv diametrele la nivelul straturilor, D_i, pentru zidărie cilindrică (β), sau sferică (γ), urmînd a fi verificate prin calcul.

Se cunosc prin datele problemei, fluxul termic ce se poate pierde la exterior [W/m²] sau temperatura corespunzătoare t_k [°C].

Mod de rezolvare

1. Prin una din relațiile cunoscute din literatură, se stabilește fluxul termic unitar exterior (la nivelul peretelui exterior al cuptorului) — transmis mediului ambiant prin efect convectoradiant în baza relației generale :

$q_{ue} = \alpha_e(t_k - t_e)$, unde α_e este coeficientul complex de radiație — convexie între manta și exterior — avînd diverse expresii — fiind funcție de t_k, t_e și poziția feței exterioare față de verticală. Utilizînd relația lui α_e prezentată în [1], pag. 106, ajungem la expresia :

$$q_{ue} = A\ (t_k - 20)^{1,25} + 4{,}65\ (t_k/100 + 2{,}73)^4 - 342\ [W/m^2]$$

în care :

$A = f$ (de poziția peretului) ;

t_k = temperatura exterioară a cuptorului;

t_e s-a ales 20°C.

2. Se determină apoi fluxul specific al zidăriei pentru cele 3 tipuri de zidărie cunoscînd că :

$\alpha)\ q_{plan} = q_{ue} = \text{const}\ [W/m^2]$;

$(\beta)\ q_{cil} = \pi \cdot q_{ue} \cdot D_k = \pi \cdot q_{ui} \cdot D_0 = \text{const.}\ [W/m]$;

$(\gamma)\ q_{sferic} = \pi \cdot q_{ue} \cdot D_k^2 = \pi \cdot q_{ui} \cdot D_0^2 = \text{const}\ (W)$;

— din care se pot calcula atît q_{plan}, q_{cil}, q_{sferic}, cît și q_{ui} — fluxul interior la nivelul feței $i = 0$ (fig. 1).

3. Urmează determinarea temperaturii t_0 (fig. 1) :

$$t_0 = t_i - q_{ui}/\alpha_i$$

4. În baza formulelor clasice ale conducției [2, pag. 13, 14, 15], se evidențiază coeficientul de conducție λ ca fiind, pentru cele 3 tipuri de zidărie [W/m/^{0}C] :

$$(\alpha)\ \lambda_i = q_{plan}\cdot\delta_i/(t_{st} - t_{dr}) = a_i + b_i\cdot(t_{st} + t_{dr})/2$$

$$(\beta)\ \lambda_i = \frac{q_{cil}\cdot ln(D_{dr}/D_{st})}{2\cdot\pi\cdot(t_{st} - t_{dr})} = a_i + b_i\cdot(t_{st} + t_{dr})/2$$

$$(\gamma)\ \lambda_i = \frac{q_{sferic}(1/D_{st} - 1/D_{dr})}{2\cdot\pi\cdot(t_{st} - t_{dr})} = a_i + b_i\cdot(t_{st} + t_{dr})/2$$

În care t_{st} și D_{st} sînt temperatura și diametrul feței din stînga (mai caldă), la un strat oarecare i, notațiile t_{dr} și D_{dr} referindu-se la fața din dreapta (mai rece), iar coeficienții a_i, și b_i sînt prezentați mai sus, acceptîndu-se ca temperatură medie a stratului $t_m = (t_{st} + t_{dr})/2$.

Dacă analizăm formulele de la punctele 3 și 4, constatăm că singura necunoscută rămîne t_{dr} la nivelul oricărui strat $i = 1...k$. Ca urmare, după rezolvarea ecuației de gr. 2, cu necunoscuta t_{dr} și alegerea unei rădăcini, expresiile de la punctul 4 iau forma :

$$(\alpha);\ t_{dr} = \frac{-a_i + \sqrt{a_i^2 - b_i(2\cdot q_{plan}\cdot\delta_i - 2\cdot a_i\cdot t_{st} - b_i\cdot t_{st}^2)}}{b_i}$$

$$(\beta);\ t_{dr} = \frac{-a_i + \sqrt{a_i^2 - b_i\left(q_{cil}\cdot ln\left(\frac{D_{dr}}{D_{st}}\right)\cdot\frac{1}{\pi} - 2a_i\cdot t_{st} - b_i\cdot t_{st}^2\right.}}{b_i}$$

$$(\gamma),\ t_{dr} = \frac{-a_i + \sqrt{a_i^2 - b_i\left(q_{sferic}\left(\frac{1}{D_{st}} - \frac{1}{D_{dr}}\right)\cdot\frac{1}{\pi} - \left.\frac{}{}\right.\right.}}{b_i}$$

$$\left.\frac{}{} - 2a_i\cdot t_{st} - b_i\cdot t_{st}^2\right)}}{b_i}$$

Deci, pentru rezolvarea problemei, se calculează întîi t_0 (punctul 3), după care, succesiv, se calculează strat cu strat, pentru $i = 1 \ldots k$, valorile t_{dr} ale interfețelor, pînă la valoarea t_k. Valoarea t_{dr} calculată pentru stratul i oarecare, devine t_{st} pentru calculul stratului următor ș.a.m.d.

5. *Comentariul la algoritmul programului* — prin care se rezolvă problema, poate fi urmărit și pentru rezolvarea cu calculatorul științific :

a) Dacă se indică q_{ue} prin temă, se cheamă subrutina (calculează expresia) de la punctul 1 găsindu-se valoarea t_k pentru care valoarea q_{ue} din temă coincide cu cea calculată, rezultînd deci valoarea t_k [^{0}C], pe care trebuie să o aibă învelișul exterior al cuptorului.

b) Dacă se indică prin temă direct t_k necesar, se calculează în serie :

— expresia $q_{ue} = f\ (t_k)$ pentru $t_k \geqslant 20^0$;
— q_{plan}, q_{cil}, q_{sferic} (după caz) ;
— fluxul interior q_{ui} ;
— t_0 cu formula de la punctul 3 ;
— t_{dr} cu formulele de la punctul 4 de K ori.

Calculele de mai sus se efectuează plecînd de la o temperatură exterioară presupusă ca valabilă, $t_{kp} \geqslant 20^0$C, care va conduce la o temperatură calculată $t_{kc} = t_{dr}$, pentru stratul K. Cînd, urmare unor valori t_{kp} treptat crescătoare, temperaturile t_{kp} și t_{kc} se vor apropia ca valoare, dar se păstrează $t_{kp} < t_{kc}$, se poate trece la căutarea automată, în program, a valorii $t_{kp} = t_{kc}$ prin incrementare de 1^{0}C în t_{kp}. Programul stopează afișînd valoarea $t_{kp} = t_{kc} = t_{k\ real}$.

Dacă nu este necesară încheierea calculului în cîteva minute, sau calculatorul are o viteză mare de parcurgere a instrucțiunilor, prima fază, „tatonarea" pe computer pentru apropierea valorilor t_{kp} și t_{kp} nu e necesară.

c) Se poate efectua oricînd o optimizare a zidăriei refractare, dacă valoarea t_k nu satisface, prin modificarea grosimii unui strat, sau a mai multor straturi.

Afișarea (calcularea) temperaturilor interfețe este necesară pentru a vedea dacă materialul refractar sau izolant al stratului i se încadrează în limita superioară de temperatură admisă.

d) Valorile obținute se pot verifica prin formulele obișnuite ale căderilor de temperatură pe straturi, întrucît se cunosc valorile temperaturilor t_{dr} și t_{st} pentru fiecare strat, rezultînd o determinare a coeficientului de conducție $\lambda_i = a_i + b_i(t_{dr} + t_{st})/2$ precum și căderea de temperatură pe stratul i, $\Delta t = (t_{st} - t_{dr})$ calculată cu expresiile de la punctul 4.

6. Se prezintă, în continuare, un program de minicalculator în limbaj BAZIC, inclusiv comentariul la liniile respective de program. Programul se poate scrie însă și pentru alte tipuri de minicalculatoare de fabricație internă utilizînd „logica inversă", sau „sistemul operativ algebric".

În program, s-a dat formulelor de la punctul 4, forma generală :

$$t_{dr} = \frac{-AI+\sqrt{AI^2-BI(ZZ-2AI\cdot TST-BI\cdot TST^2)}}{BI}$$

în care recunoaștem notațiile susmenționate, în plus

ZZ = 2 Q DI pentru (α)
ZZ = Q LN (DI/DI—1)/π pentru (β)
ZZ = Q (1/(DI—1) —1/DI)π pentru (γ)

Cum se va vedea din program, simplitatea limbajului BAZIC constituie o bună invitație la utilizarea acestuia. Cei care utilizează calculatoare în limbaje de mașină diferite, pot rezolva problema cu aceeași eficiență.

Programul rezolvă 3 tipuri de zidării, în două variante, deci conține 6 variante de lucru.

```
8. INPUT A
9. DIM. A (3, N)
10. FOR K = 1 ToN
11. PRINT AI ?"
12. INPUT A(1, K)
13. PRINT „BI ?"
14. INPUT A(2, K)
15. PRINT „DI ?"
16. INPUT A(3, K)
17. NEXT K
18. PRINT „ALFA I = ?"
19. INPUT ALFA I
20. PRINT „TINT = ?"
21. INPUT TINT
22. PRINT „DØ ?"
23. INPUT DØ
25. PRINT „TK ?"
26. INPUT TK
27. LET QU = A . (TK—20) . .1,25 + 4,65 . (TK/100+
    + 2,73) . . 4—342
29. FOR K = 1 TON
30. IF SZ = 2 THEN LET Q = QU . PI . A (3, N)
31. IF SZ = 2 AND K<>1 THEN LET ZZ = Q .
    . LN (A (3, K)/A (3, K—1))/PI
```

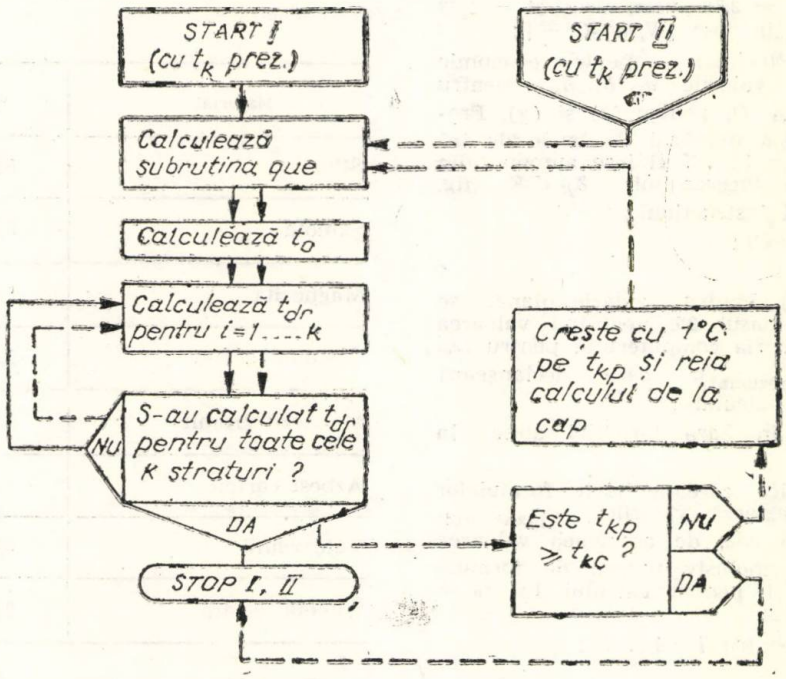


Fig. 2

Algoritmul rezolvării pe calculator a problemei, pentru variantele :

start I : pentru tatonări discontinue pe calculator ale valorilor $t_{kp}<t_{kc}$ pînă la o diferență relativ mică între ele;
start II : pentru căutare automată a lui $t_{kreal} \approx \approx t_{kp} \approx t_{kc}$;

```
1. PRINT „MOD DE CĂUTARE PT TK?"
2. INPUT P
3. PRINT „SIMBOLUL ZIDĂRIEI — SZ ?"
4. INPUT SZ
5. PRINT „NUMĂRUL STRATURILOR ?"
6. INPUT N
7. PRINT „A ?"
32. IF SZ = 2 ANDK = 1 THEN LET ZZ = Q . LN
    (A (3, K)/DØ)/PI
36. IF SZ = 3 THEN LET Q = QU . PI . A (3, N)
    . . 2
37. IF SZ = 3 AND K = 1 THEN LET ZZ = Q .
    (1/DØ — 1/A (3, K))/PI
38. IF SZ = 3 AND K<>1 THEN LET ZZ = Q .
    (1/A (3, K—1) — 1/A (3, K))/PI
39. IF SZ = 1 THEN LET Q =QU
40. IF SZ = 1 THEN LET ZZ = 2 . Q . A (3 K)
42. IF SZ = 1 THEN LET QUI = QU
43. IF SZ = 2 THEN LET QUI = Q/PI/DØ
44. IF SZ = 3 THEN LET QUI = Q/PI/DØ . . 2
45. IF K = 1 THEN LET TST = TINT — QUI/
    ALFA 1
```

```
46. LET TDR = (—A (1, K) + SQR (A (1, K) . . 2 —
    A (2, K) . (ZZ—2 . A (1, K) . TST—A (2, K) .
    TST . . 2)))/A (2, K)
47. IF K = 1 THEN PRINT „TØ", TST
48. LET TST = TDR
50. PRINT TK, TDR
51. NEXT K
53. IF P = 2 THEN GOTO 70
60. GOTO 25
70. LET TK = TK + 1
71. IF TK≥TDR THEN PRINT „GATA"
72. IF TK≥TDR THEN STOP
73. GOTO 27
```

Comentariul liniilor de program 1—73.

1— 2 introducere în computer a valorii $P = 1$ la căutare, „de tatonare" și $P = 2$ la căutare automată (cu incrementare de 1^0 în mod automat în t_{kp});

3— 4 se ia $SZ = 1$ la zidărie plană, $SZ = 2$ la zidărie cilindrică și $SZ = 3$ pentru zidărie sferică Programul va urma instrucțiunile funcție de acest parametru;

5— 6 se comunică computerului numărul de straturi K (în program notat cu N) ;

7— 8 intră coeficientul $A = 3{,}26$ pentru perete „radiind în sus", $A = 2{,}56$ „vertical" și $A = 1{,}63$ perete orientat „în jos" [$W/m^2/°C^{1{,}25}$] ;

9—17 intră în buclă (ruletă) — pentru economie de program — valorile a_i, b_i, δ_i pentru (α), sau a_i, b_i, D_i pentru (β) și (γ). Programul recunoaște numărul de bucle de intrare, pentru $i = 1 \ldots K$ și iese automat din buclă după introducerea lui δ_K (DK) (fig. 1) așteptînd noi instrucțiuni ;

18—19 intră α_t [$W/m^2/°C$] ;

20—21 intră t_{int} [°C] ;

22—23 intră D_0 (fig. 1). Pentru zidărie plană, se poate trece la pasul 25, neglijînd valoarea ce intră în memoria computerului pentru D_0.

25—26 intră t_{kp} ($t_{k\ prezumat}$), care declanșează calculul lui t_k calculat) ;

27 calculează q_{ue} în baza formulei alese la punctul 1 ;

29—45 instrucțiuni logice care, potrivit formulelor prezentate, selectează valorile q_{plan}, q_{cil} sau q_{sferic} după caz, de asemenea valoarea ZZ (punct 6), inclusiv uzează de formula de la punctul 1 pentru calculul lui $t_0 = f(t_{int})$;

46 calculează t_{dr} pentru $i = 1 \ldots K$;

47 afișează t_0.

48 t_{dr} pentru $i = 1$ devine t_{st} pentru i = 2 ș.a.m.d.

50 afișează valorile t_{dr} pentru $i = 1 \ldots K$;

51 conduce calculele în ruletă pentru $i = 1 \ldots K$;

53 la terminarea celor K calcule iese din ruletă și dacă sîntem pe varianta II (fig. 2) începe căutarea automată a lui t_{kc}.

60 dacă nu, ($P = 1$) sare la linia 25, unde reîncep alte serii de calcule de la capăt, pentru altă valoare t_{kp} (mai mare decît cea precedentă) ;

70 pentru $P = 2$ reia calculul în ruletă cu t_{kp};

71—72 cînd $t_{kp} \geqslant t_{kc}$ ($t_{k\ dreapta}$) stopează și anunță „GATA" (în varianta $P = 2$) ;

73 dacă $t_{kp} < t_{kc}$ continuă ruleta de căutare cu $t_{kp} = t_{kp} + 1^0$ (conform punctului 70), recalculînd de la linia 27 pe q_{ue}, t_0, t_{dr}, etc., afișînd valorile t_{kp}, t_0, t_{kc} și valorile intermediare t_{dr}.

7. Anexe

Coeficientul de transmisie interior α_i, pentru încărcătură feroasă, s-a luat din [3, pag. 42] și este prezentat în tabelul 1. Pentru neferoase se reduce cu 50—60 %.

Tabelul 1

t_i [$W/m^2/°C$]	500	700	900	1000	1100	1200	1300	1400
α_t	50	100	150	200	250	300	350	450

Tabelul 2

Material	a_i	b_i
Silică	0,93	$0{,}7 \cdot 10^{-3}$
Șamotă	0,835	$0{,}58 \cdot 10^{-3}$
Magnezită	4,65	$-1{,}64 \cdot 10^{-3}$
Crommagnezită	2,32	$-0{,}11 \cdot 10^{-3}$
Magnezitocromit	1,28	$0{,}41 \cdot 10^{-3}$
Azbest carton	0,16	$0{,}17 \cdot 10^{-3}$
Vată zgură	0,05	$0{,}157 \cdot 10^{-3}$
Șamotă ușoară	0,314	$0{,}35 \cdot 10^{-3}$

Tabelul 2 conține valorile coeficienților a_i și b_i, pentru $\lambda_i = a_i + b_i \cdot t_m$ [W/m/°C], vezi [3, p. 45] și [4, p. 77].

BIBLIOGRAFIE

[1] *Rustem, S.:* Utilaje și proiectarea secțiilor termice. Moscova, 1962.

[2] *Ștefănescu, D., ș.a.:* Transferul de căldură în tehnică, București, 1982.

[3] *Comșa, ș.a.:* Electrotermie. București, 1979.

[4] *Altgauzen, A.P., ș.a.:* Instalații electrotermice industriale. București, 1975.

CZ : 519.682 : 658.51

Sistem de pregătire tehnologică a fabricației asistată de calculator pentru producția de serie mică și unicate

Mat. Ștefan **TRUFINESCU**, ing. Victor **SCHMIDT**, ing. Mihaela **LAZĂR**, subing. Corneliu **RADU**, mat. Gheorghe **BIZON**, mat.. Eugen **CÎRJĂU**, ec. Cristina **OTETELIȘANU** – I.C.T.C.M. București

Generalități

Proiectarea constructivă și proiectarea tehnologică asistate de calculator constituie elementele cele mai dinamice din mulțimea de aplicații și lucrări teoretice grupate sub denumirea de concepție asistată de calculator (fr. CAO, engl. CAD).

Aceasta deoarece — la cerințele actuale (mărirea productivității, reducerea consumurilor de materiale și energie, îmbunătățirea calității produselor, reducerea perioadelor de punere la punct și de fabricare a produselor noi — peste 85% din produsele fabricate) — se poate răspunde corect în timp util numai cu ajutorul unor sisteme care fac apel la posibilitățile (mini)calculatoarelor moderne. Numai astfel pot fi depășite dificultățile legate de volumul de calcule și de complexitatea unor alggritmi, pentru parcurgerea rapidă a unui mare număr de variante posibile, pentru determinarea unei soluții optime.

Este folosită astfel principala caracteristică a calculatorului (ordinatorului), aceea de acumulator de „inteligență", de cunoștiințe teoretice și de experiență tehnică și economică.

Necesitatea dezvoltării acestor sisteme rezultă din orientarea spre folosirea sistemelor flexibile de fabricație, cu grad ridicat de automatizare a tuturor funcțiilor de producție, (transport-manipulare, prelucrare, control, montaj) conduse direct de calculator (fr. FAO, engl. CAM).

Prezentarea sistemului

Sistemul a fost elaborat ca răspuns la o necesitate stringentă apărută datorită decalajului între creșterea rapidă a producției întreprinderilor constructoare de utilaj chimic și tehnologic și numărul limitat de specialiști-tehnologi.

Obiectivele urmărite au fost : reducerea radicală a muncii de rutină a tehnologilor, obiectivizarea și uniformizarea normării, eliminarea verigilor intermediare umane folosite la prelucrarea datelor tehnologice primare pentru elaborarea documentației secundare de lansare.

Pentru elaborarea sistemului au fost pregătite, în colaborare cu cei mai buni specialiști din 5 întreprinderi constructoare de utilaj chimic și tehnologic, următoarele :

— clasificarea constructivă și tehnologică și codificarea mnemonică a familiilor de repere și subansamble (limbaj-descriere repere, exemple în tabelul 1), au fost alcătuite circa 100 familii care acoperă circa 95% din producția întreprinderilor respective ;

— clasificarea și codificarea mnemonică a semifabricatelor indigene folosite (limbaj descriere semifabricate, exemple în tabelul 2) aprobate prin Decretul 99/1980 ;

— clasificarea și codificarea locurilor de muncă (circa 100 grupe de locuri de muncă);

— schema generală de descriere formală a organizării și dotării întreprinderii ;

— clasificarea, tipizarea și codificarea operațiilor tehnologice ; au fost puse în evidență circa 350 operații tehnologice — tip, care acoperă integral familiile tratate și pentru care s-a stabilit succesiunea de faze și modele pentru normativele de deservire și de timpi de muncă ;

— succesiuni tehnologice-tip pentru toate variantele constructive în care se fabrică reperele din familiile de repere tratate și tehnologii — tip de asamblare pentru subansamble.

Aceste clasificări și codificări sînt *generale*, valabile pentru toate întreprinderile sau secțiile care au un specific asemănător și care lucrează în serie mică și unicate.

Au mai fost puse la punct următoarele părți *specifice* fiecărei întreprinderi :

— organizarea și dotarea atelierelor și secțiilor întreprinderii, conform schemei generale ;

— localizarea prin coeficienți a normativelor de timpi de muncă ;

— succesiuni tehnologice specifice ;

— diverse particularizări în forma de editare a unor documente.

În figura 1 este prezentată schema generală a sistemului.

Tabel 1.

Format general:

tip reper, descriptor 1, ... descriptor n

Exemple:

Reper	Date la intrare
Fund eliptic ≠ 12, Ø800	FUND, var. constr., nr. petale*, grosime, diam., înălț., rază bordurare* S sferic E eliptic M mîner coș C conic FUND,E,0,12,800,420,0
Virolă ≠8, Ø 1200, × 1500	VIR, var. constr., diam. mare, diam. mic*, gros., lung., asimetrie*, reducere S cilindrică (simplă) C conică A asimetrică M guler manta VIR,S,1200,0,8,1500,0,1
Surub cu cap hex. M20 × 120	SUR, variantă, execuție, desch. cheie, metric, lung., trat. termic (diametru) F pt. fundație 0 cap neforjat 0 fără D despicat 1 cap forjat 1 cu H cap hex. P cap pătrat I cap cil. O cu ochi SUR,H,27,20,120,0

* Se completează cu 0 (zero) dacă nu este cazul

Tabel 2.

Format general:

tip semifabricat, marcă [, (dimensiuni)]*

Exemple:

Reper confectionat din:	Date la intrare	dimensiuni*
tablă groasă, marca OL 37.2	TBG, OL 37.2	(gros, lung., lat)
tablă medie (pentru constr. mecanice), marca OLC 50	TBM, OLC 50	(gros, lung, lat)
bară rotundă laminata la cald, marca OLC 45	BRC, OLC 45	(diam., lung)
profil L cu aripi egale laminat la cald, marca RCB 52.2	LEC, RCB 52.2	(mărime, simbol, lung.)
țeavă pentru schimbătoare, marcă 14 CrMo 4	TVS, 14CRMO4	(diam. ext., gros. perete, lung.

* Dimensiunile sînt opționale. Ele trebuie indicate numai în cazul reperelor netratate de sistem. În celelalte cazuri sistemul le determină plecînd de la dimensiunile reperului finit calculînd adaosurile necesare în funcție de varianta tehnologică generată.

Tabel 3

```
IUT-BZ      *FISA TEHNOLOGICA *     BENEF              COMANDA 82180
PR.TEHN      NR...../ 5.23.84 TERMEN LIVR . . . . .PRODUS CH582-1008
              VERIF . . . .  BUC/PROD      1     NR.DESEN E1-CP2-8.7
DENUMIRE REPER FLP            BUC.LANS      1   REPER (NOM) 21

FLANSA PLATA D EXT=  600.0 D INT= 492.0 GROS= 35.0
                                                  M A S A   B R U T A
M A T E R I A L  /  MARCA      (COND.TEHN.)        KG/REPER   KG/PRODUS

TABLA   R44.5A          STAS 437-80          / 2883/2-80        STAS 2883/1-76

 1       40.00 X  628.0 X  628.                    123.84       123.84
NR AT LOC   O P E R A T I A      INDICATII      DESERV   TU     LEI
CR EL NUN  COD  D E N U M I R E   SPECIALE      (CATEG) MIN    /BUC

 1 23 932   0 CONTROL MAT                                 6    =    =
 2 22 802   1 TRASAT( TB DREPT.                           21    4   0.82
 3 21 804   1 MARCAT (SEMIFABRICAT)                        2    1   0.32
 4 21 152   2 DEBITAT OXIGAZ                               3   30   5.76
              INEL CU RAZE    306.5 SI  239.5 MM
 5 21 952   0 CONTROL                                      6    =    =
 6 53 302  36 STRUNJ.CU AD.PE FATAET.                      3   85  16.05
 7 53 804   1 MARCAT (PIESA)                               2    1   0.21
 8 53 952   0 CONTROL                                      6    0   0.00
 9 53 302  34 STRUNJIT CONF.DESEN FLP                      3   85  16.05
10 53 804   1 MARCAT (SEMIFABRICAT)                        2    1   0.32
11 53 952   0 CONTROL                                      6    =    =
12 59 802  20 TRASAT GAURI                                 3   10   2.03
13 57 504   1 GAURIRE                              *       3   18   3.39
14 57 822  19 CURATAT GRADGAURI                            1    0   0.10
15 57 952   0 CONTROL                                      6    =    =
16 67 822  22 PREGATITPT SUDURA                    *     332  192  35.47
17 67 702   2 SUDAT MANUALCU PATRUNDER                     5  531 115.49
18 67 952   0 CONTROL                                      6    =    =

                                                  TOTAL      958 196.00

** SE VOR EXECUTA FAZELE SI CONTROALELE      **
** CONFORM PLANELOR DE OPERATII TIP          **
** SE VOR RESPECTA NIS SI NIPM 01...12/76    **
DATE -> FLP S     3  0  600.0 492.0 35.0CP    18  0.0  S   D
```

Tabel 4

```
IUT-BZ        * CENTRALIZARE MANOPERA PE SECTII  LA*  COMANDA 82180
->PRET COST     NR   1      DIN  5 24 84 PRODUS CH582-1008        BUC   1

          LEI      PENTRU 1 PRODUS          PENTRU COMANDA                LEI
SECTIA   /ORA        ORE        LEI          ORE        LEI   REGIE %     REG

  1.1 DEB+FORJA+TT
  1.1  11.72        112.7      1320        112.7      1320     275.4      3637

  1.2 PREL MEC
  1.2  11.76         51.7       608         51.7       608     173.4      1054

  2   CAZANGERIE
  2    13.01         62.5       812         62.5       812     163.7      1329

  3   SCUL+EL+TIPL
          =            =          =           =          -         =         =

TOTAL/COMANDA - -

  **   12.09        227.0      2741        227.0      2742     219.7      6022

IUT-BZ          CENTRALIZARE MANOPERA LA ATEL  59 *     COMANDA 82180
->PRET COST     NR  11      DIN  5 24 84  PRODUS CH582-1008        BUC   1

  LOC     LEI      PENTRU 1 PRODUS          PENTRU COMANDA
 MUNCA   /ORA        ORE        LEI          ORE        LEI

  412   10.93        4.52        49          4.5         49

  802   11.70        2.46        28          2.5         28

  822   10.55        0.14         1          0.1          1

TOTAL/ATELIER - -
                     7.12        78          7.1         78
```

Sistemul realizează, plecînd de la un mic număr de date care descriu reperul sau subansamblul respectiv, (vezi exemple în tabelul 1), generarea de fişe tehnologice complete, calculul necesarului de materiale şi editarea tuturor documentelor secundare necesare pentru aprovizionare, preţ de cost, lansare, urmărire, respectiv :

— fişe tehnologice (singulare) cu necesarul de material şi dimensiunile pentru debitare, cu succesiunea de operaţii, norma de timp şi de deservire pentru fiecare operaţie;
— dispoziţii de lucru (inclusiv situaţia lansării) ;
— bonuri de materiale ;
— centralizator manoperă (inclusiv antecalcul manoperă) ;
— centralizator materiale ;
— itinerar repere şi necesare de materiale ;
— grafic de urmărire repere ;
— încărcarea utilajelor.

În tabelele 3 . . . 10 sînt prezentate exemple din documentele enumerate.

Sistemul este prevăzut şi cu module care realizează tipărirea tuturor normativelor (timpi, adaosuri) utilizate în sistem.

Pentru reperele sau asamblările care nu sînt cuprinse în clasificare (cele circa 5% netratate de sistem), s-a prevăzut posibilitatea introducerii datelor din fişele tehnologice întocmite manual, astfel încît documentele secundare enumerate conţin toate reperele comenzii, indiferent de modul în care a fost întocmită tehnologia (automat sau manual).

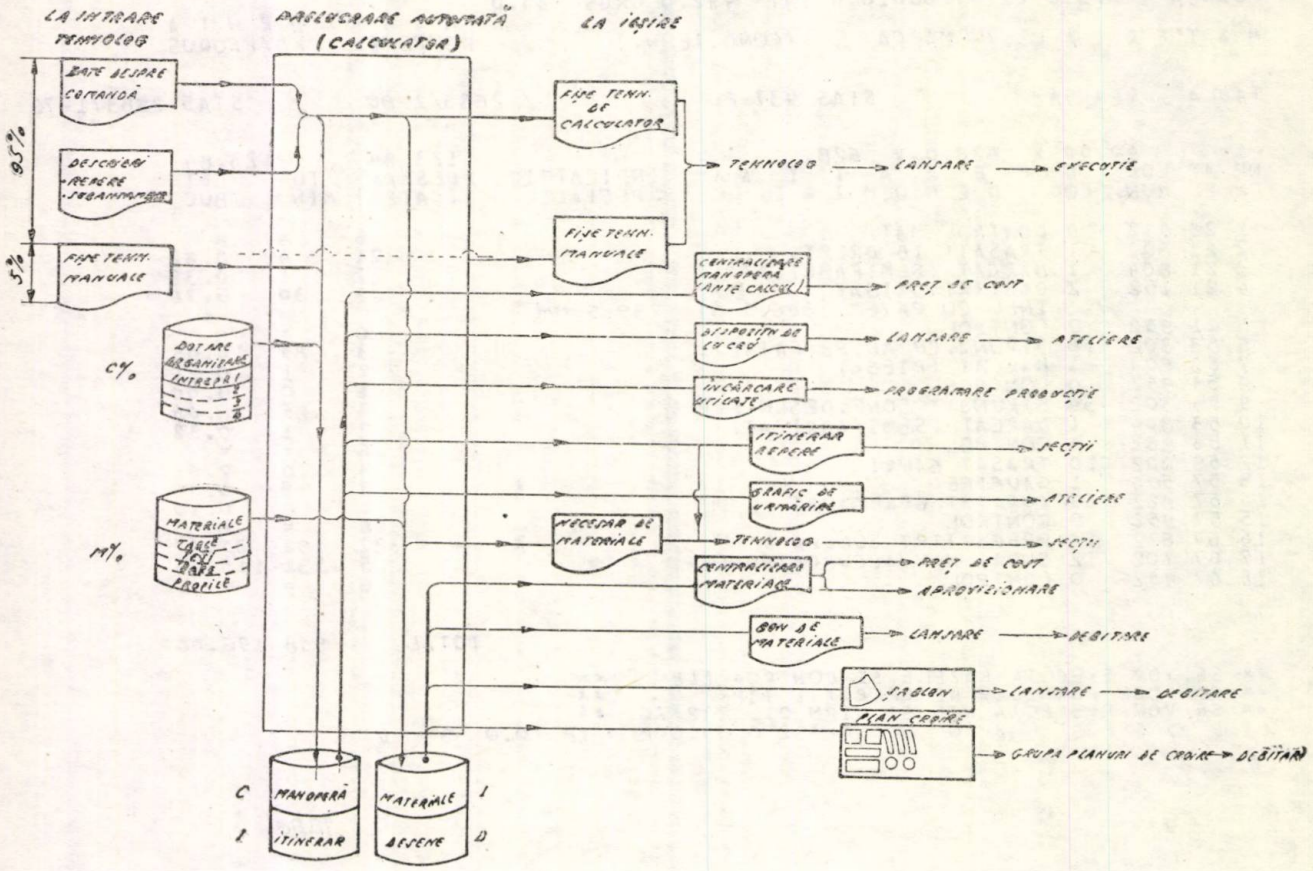


Fig. 1 Sistem de proiectare tehnologică pentru serie mică şi unicate.

Pentru reperele din tablă, sistemul alcătuieşte un fişier, prin care sînt transmise datele necesare pentru desenarea automată a şabloanelor şi a planurilor de croire, făcîndu-se apel la modulele sistemului LIPFOG (limbaj de poziţionare forme geometrice).

Prin intermediul cîmpului „cod material" din bonurile de materiale se poate face legătura cu orice sistem de gestiune a materialelor folosit în întreprindere.

Caracteristici de exploatare

Sistemul realizează următoarele funcţii :

— comunicarea om-calculator (inclusiv verificare răspuns) interactiv în mod conversaţional de la terminal, prin „menu" şi

întrebări formulate în clar; este prevăzută și posibilitatea tratării pe loturi cu datele perforate pe cartele;

— gestiunea datelor din fișierele de bază ale sistemului (dotare-organizare, materiale) și arhivarea datelor de lucru (necesar de manoperă, necesar de materiale — itinerar, desen).

Tabel 5

IUT-BZ * SITUATIA LANSARII * COMANDA 82180
->LANSARE DATA 5 24 84 PRODUS CH582-1008 BUC

ATEL	TIP DISPOZ LUCRU	NUMAR-LM TOT	CU T	NR-DL LANS	MIN	LEI	OBS.
21	DL/AT-LM	10	8	8	831	156	
23	DL/AT-LM	11	5	5	711	135	
25	DL/AT-LM	12	2	2	23	4	
41	DL/AT-LM	11	6	6	2006	387	
43	DL/AT-LM	7	2	2	674	131	
47	DL/AT-LM	3	2	2	72	14	
51	DL/AT-LM	5	2	2	163	29	
53	DL/AT-LM	9	3	3	1273	248	
55	DL/AT-LM	7	3	3	325	65	
57	DL/AT-LM	12	3	3	269	54	
59	DL/AT-LM	5	5	5	423	81	
67	DL/AT-LM	19	11	11	2202	466	

IUT-BZ * DISPOZITIE DE LUCRU * COMANDA 82180
-> LANSARE , NR 3 DIN 5.24.84 PRODUS CH582-1008 BUC
ATELIER 21 LANSAT DATA . . . . TERMEN LIVR. . . . SEMNATURA . . .
LOC MUNCA = 802

CATEG LUCRARI	PENTRU MIN	1 PRODUS LEI	PENTRU MIN	COMANDA LEI	EXECUTAT	CONTROL
1	57	9.46	57	9.46	. . . . .	. . . . .
3	57	10.85	57	10.85	. . . . .	. . . . .
4	14	2.90	14	2.90	. . . . .	. . . . .
* TOTAL *	128	23.21	128	23.21		

IUT-BZ * TOTAL / COMANDA * COMANDA 82180

CATEG	PENTRU	1 PRODUS	PENTRU	COMANDA
1	209	34.38	209	34.38
2	322	56.73	322	56.73
3	4055	765.22	4055	765.22
4	3120	630.46	3120	630.46
5	735	160.18	735	160.18
6	531	127.69	531	127.69
7	0	0.00	0	0.00

* TOTAL *	8972	1774.67	8972	1774.67

Tabel 6

IUT-BZ * BON DE MATERIAL * BENEF. . . . . COMANDA 82180
->AT 21 DEBITARE NR 3/ 5.24.84 TERMEN LIVR. . . . PRODUS CH582-1008
LANSAT DATA . . . . . VIZA APROV . . . . . BUC.PROD/COM 1
* TABLA DE 10. DIN OL37.2 (TBG1)
=TABLA GROASA DIN OTEL DE UZ GENERAL PT CONSTRUCTII
COND.SUPL. /STAS 437-80
MARCA=OL37.2 /500/2-80 (500/1-78

CANTITATE NECESARA KG/PROD	KG/COM	VALORI INFORMATIVE (LEI) LEI/KG	/PRODUS	/COMANDA
10.46	10.46	3.18	33.32	33.32

NR	DATA	CANTITATE ELIBERATA	SEMNATURA DE PRIMIRE	
1	. . . . .	. . . . .	. . . . .	.(RESTITUIRI CU -)
2	. . . . .	. . . . .	. . . . .	.(RESTITUIRI CU -)

TOTAL EFECTIV . . . . . PRET . . . . . VALOARE . . . . LEI

SPECIFICATIE LA BON DE MATERIALE NR 3 COMANDA 82180
* TABLA DE 10. DIN OL37.2 (TBG1)
SE ELIBEREAZA PENTRU:

REPER	DESEN	NUMAR BUC /PROD	/COM	DIMENSIUNI PT DEBITARE			
1 27	G.V.4.7-	1	1	DREPTUNGHI:LAT=	20.	LUNG= 175.	MM
2 26	GV4.7-14	2	2	DREPTUNGHI:LAT=	160.	LUNG= 115.	MM
3 28	GV.4.7-1	2	2	DREPTUNGHI:LAT=	310.	LUNG= 150.	MM

— gestiunea automată a componentelor soft ale sistemului și prelucrarea datelor;

Sistemul a fost elaborat și exploatat inițial pe calculator WANG 2200 VP (BASIC, 64 Ko) cu disc cartridge de 5 Mo, dischet (pentru fișierele de lucru), imprimate și display grafic pentru verificarea șabloanelor și întocmirea planurilor de croire.

Concepția orientată spre utilizator și performanțele sistemului fac ca el să poată fi utilizat de orice tehnolog după o pregătire de cîteva ore. Datele se culeg direct din desenele de execuție sau din desenul de ansamblu.

Tabel 7.

IUT-BZ * INCARCARE UTILAJE * COMANDA 82180
->D.P.M. DIN 5 24 84 PRODUS CH582-1008 BUC 1

NR CRT	LOC MUNCA	CAT MED	PENTRU 1 PRODUS ORE	SCHIMBURI	PENTRU CMANDA ORE	SCHIMBURI
	1XX DEBITARE MECANICA					
1	102		=	=	=	=
2	104		4.5	0.6	4.5	0.6
3	106		=	=	=	=
4	108		=	=	=	=
5	112		1.8	0.2	1.8	0.2
**	TOTAL		6.3	0.8	6.3	0.8
	15X DEBITARE CU FLACARA					
6	152		13.8	1.7	13.8	1.7
7	153		=	=	=	=
8	155		=	=	=	=
9	157		=	=	=	=
**	TOTAL		13.8	1.7	13.8	1.7

IUT-BZ * INCARCARE GRUPE UTILAJE * COMANDA 82180
->D.P.M. DIN 5 24 84 PRODUS CH582-1008 BUC 1

NR CRT	LOC MUNCA	CAT MED	PENTRU 1 PRODUS ORE	SCHIMBURI	PENTRU CMANDA ORE	SCHIMBURI
	1XX DEBITARE MECANICA					
1	1XX		6.3	0.8	6.3	0.8
	15X DEBITARE CU FLACARA					
2	15X		13.8	1.7	13.8	1.7
	2XX FORJA+TRAT.TERM					
3	2XX		53.8	6.7	53.8	6.7
	25X ACOPERIRI METALICE					
4	25X		0.0	0.0	0.0	0.0
	3XX STRUNGURI					
5	3XX		42.8	5.4	42.8	5.4
	4XX PREL. MEC. GENERALE					
6	4XX		7.5	0.9	7.5	0.9
	5XX MAS. DE GAURIT					
7	5XX		7.1	0.9	7.1	0.9
	6XX PREL. TABLE					
8	6XX		13.0	1.6	13.0	1.6
	7XX SUDURA					
9	7XX		44.1	5.5	44.1	5.5
	8XX AJUSTAJ-MONTAJ					
10	8XX		55.5	6.9	55.5	6.9
	9XX CONTROL					
11	9XX		0.0	0.0	0.0	0.0
**	TOTAL		244.0	30.5	244.0	30.5

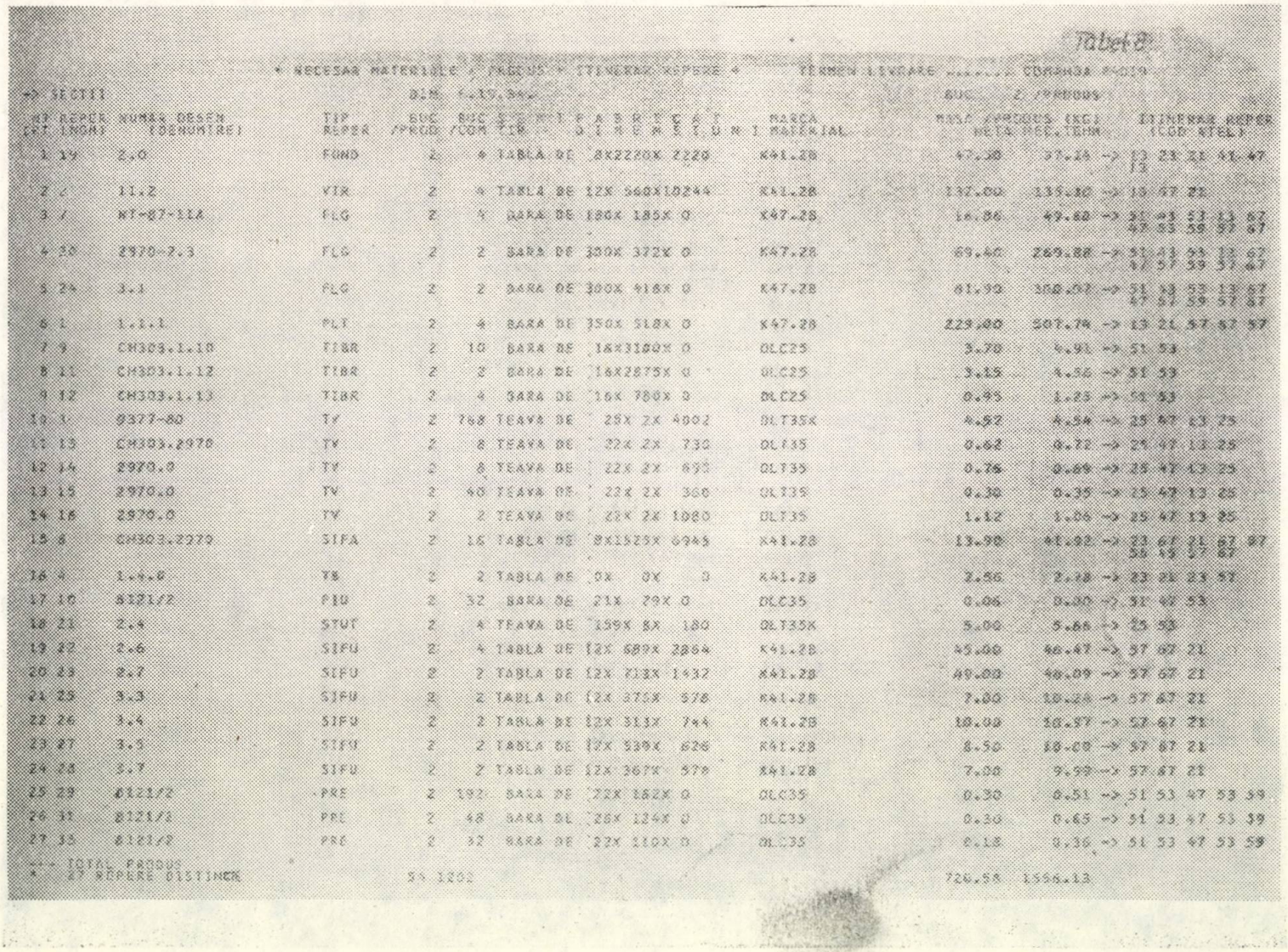
A fost elaborată și o versiune pentru minicalculatoarele românești I-100 și CORAL 4030. O astfel de versiune operativă se află la I.U.T. Buzău și este în curs de adaptare la I.M.U.C. București.

Avantajele și eficiența sistemului

Prin exploatarea corectă a sistemului se asigură :

— o reducere a volumului muncii de rutină a tehnologilor, normatorilor și persona-

Tabel 8



* NECESAR MATERIALE / PRODUS * ITINERAR REPERE * TERMEN LIVRARE ..... COMANDA P-019

-> SECTII DIM. 4.19.84. BUC 2 /PRODUS

NR REPER (RT INGH)	NUMAR DESEN (DENUMIRE)	TIP REPER	BUC /PROD	BUC /COM	SEMIFABRICAT TIP	DIMENSIUNI	MARCA MATERIAL	MASA /PRODUS (KG) NETA	MASA /PRODUS (KG) BRUT.TEHN	ITINERAR REPER (COD ATEL)
1 19	2.0	FUND	2	4	TABLA DE	8X2220X 2220	K41.28	47.30	37.14	-> 13 21 21 41 47 13
2 2	11.2	VIR	2	4	TABLA DE	12X 560X10244	K41.28	137.00	135.10	-> 15 47 21
3 7	NT-87-11A	FLG	2	4	BARA DE	180X 185X 0	K47.28	16.86	49.60	-> 51 43 53 13 67 47 53 59 57 67
4 20	2970-2.3	FLG	2	2	BARA DE	300X 372X 0	K47.28	69.40	269.88	-> 51 43 53 13 67 47 57 59 57 67
5 24	3.1	FLG	2	2	BARA DE	300X 418X 0	K47.28	81.90	300.07	-> 51 43 53 13 67 47 57 59 57 67
6 1	1.1.1	PLT	2	4	BARA DE	350X 518X 0	K47.28	229.00	507.74	-> 13 21 57 67 57
7 9	CH303.1.10	TIBR	2	10	BARA DE	16X3100X 0	OLC25	3.70	4.91	-> 51 53
8 11	CH303.1.12	TIBR	2	2	BARA DE	16X2875X 0	OLC25	3.15	4.56	-> 51 53
9 12	CH303.1.13	TIBR	2	4	BARA DE	16X 780X 0	OLC25	0.95	1.25	-> 51 53
10 1	0377-80	TV	2	768	TEAVA DE	25X 2X 4002	OLT35K	4.52	4.54	-> 25 47 13 25
11 13	CH303.2970	TV	2	8	TEAVA DE	22X 2X 730	OLT35	0.62	0.72	-> 25 47 13 25
12 14	2970.0	TV	2	8	TEAVA DE	22X 2X 690	OLT35	0.76	0.89	-> 25 47 13 25
13 15	2970.0	TV	2	40	TEAVA DE	22X 2X 360	OLT35	0.30	0.35	-> 25 47 13 25
14 16	2970.0	TV	2	2	TEAVA DE	22X 2X 1080	OLT35	1.12	1.06	-> 25 47 13 25
15 8	CH303.2970	SIFA	2	16	TABLA DE	8X1525X 6945	K41.28	13.90	41.92	-> 23 67 21 67 57 55 45 57 67
16 4	1.4.0	TB	2	2	TABLA DE	0X 0X 0	K41.28	2.56	2.78	-> 23 21 23 57
17 10	8121/2	PIU	2	32	BARA DE	21X 29X 0	OLC35	0.06	0.00	-> 51 47 53
18 21	2.4	STUT	2	4	TEAVA DE	159X 8X 180	OLT35K	5.00	5.66	-> 25 53
19 22	2.6	SIFU	2	4	TABLA DE	12X 689X 2864	K41.28	45.00	46.47	-> 57 67 21
20 23	2.7	SIFU	2	2	TABLA DE	12X 713X 1432	K41.28	49.00	48.09	-> 57 67 21
21 25	3.3	SIFU	2	2	TABLA DE	12X 375X 578	K41.28	7.00	10.24	-> 57 67 21
22 26	3.4	SIFU	2	2	TABLA DE	12X 313X 744	K41.28	10.00	10.97	-> 57 67 21
23 27	3.5	SIFU	2	2	TABLA DE	12X 539X 626	K41.28	8.50	10.00	-> 57 67 21
24 28	3.7	SIFU	2	2	TABLA DE	12X 367X 578	K41.28	7.00	9.99	-> 57 67 21
25 29	8121/2	PRE	2	192	BARA DE	22X 182X 0	OLC35	0.30	0.51	-> 51 53 47 53 59
26 31	8121/2	PRE	2	48	BARA DE	28X 124X 0	OLC35	0.30	0.65	-> 51 53 47 53 59
27 35	8121/2	PRE	2	32	BARA DE	22X 110X 0	OLC35	0.18	0.36	-> 51 53 47 53 59
*** TOTAL PRODUS * 27 REPERE DISTINCE			54 1202					726.58	1556.13	

Tabel 9

IUG-82 * G R A F I C D E U R M A R I R E * TERMEN LIVRARE ..... COMANDA 84019

-> ATELIER 13 DIN 6.19.84. BUC Z

NR CRT	NR REPER (NOM)	NUMAR DESEN (DENUMIRE)	TIP REPER	BUC /PROD	BUC /COM	SEMIFABRICAT TIP	DIMENSIUNI	MARCA MATERIAL	MASA /PRODUS (KG) NETA	MASA /PRODUS (KG) NEC.TEHN.	ITINERAR REPER (COD ATEL)
1	19	2.0	FUND	2	4	TABLA DE	8X2220X 2220	K41.28	47.50	67.14 ->	13 23 21 41 47 13
2	2	11.2	VIR	2	4	TABLA DE	12X 560X10244	K41.28	132.00	135.10 ->	13 67 21
3	7	M7-87-11A	FLG	2	4	BARA DE	180X 186X 0	K47.28	16.86	49.60 ->	21 43 53 13 67 47 53 59 57 67
4	20	2970-2.3	FLG	2	2	BARA DE	300X 372X 0	K47.28	69.40	269.88 ->	21 43 53 13 67 47 57 59 57 67
5	24	2.4	FLG	2	2	BARA DE	308X 416X 0	K47.28	81.90	300.97 ->	21 43 53 13 67 47 57 59 57 67
6	1	1.1.1	PLT	2	4	BARA DE	850X 518X 0	K47.28	229.00	507.74 ->	13 21 57 67 57
7	3	9377-80	TV	2	768	TEAVA DE	25X 2X 4002	OLT35K	4.52	4.84 ->	25 47 13 45
8	13	CM303.2970	TV	2	8	TEAVA DE	22X 2X 730	OLT35	0.62	0.72 ->	25 47 13 25
9	14	2970.0	TV	2	8	TEAVA DE	22X 2X 690	OLT35	0.76	0.69 ->	25 47 13 25
10	18	2970.0	TV	2	40	TEAVA DE	22X 2X 360	OLT35	0.38	0.35 ->	25 47 13 25
11	16	2970.0	TV	2	2	TEAVA DE	22X 2X 1080	OLT35	1.12	1.06 ->	25 47 13 25

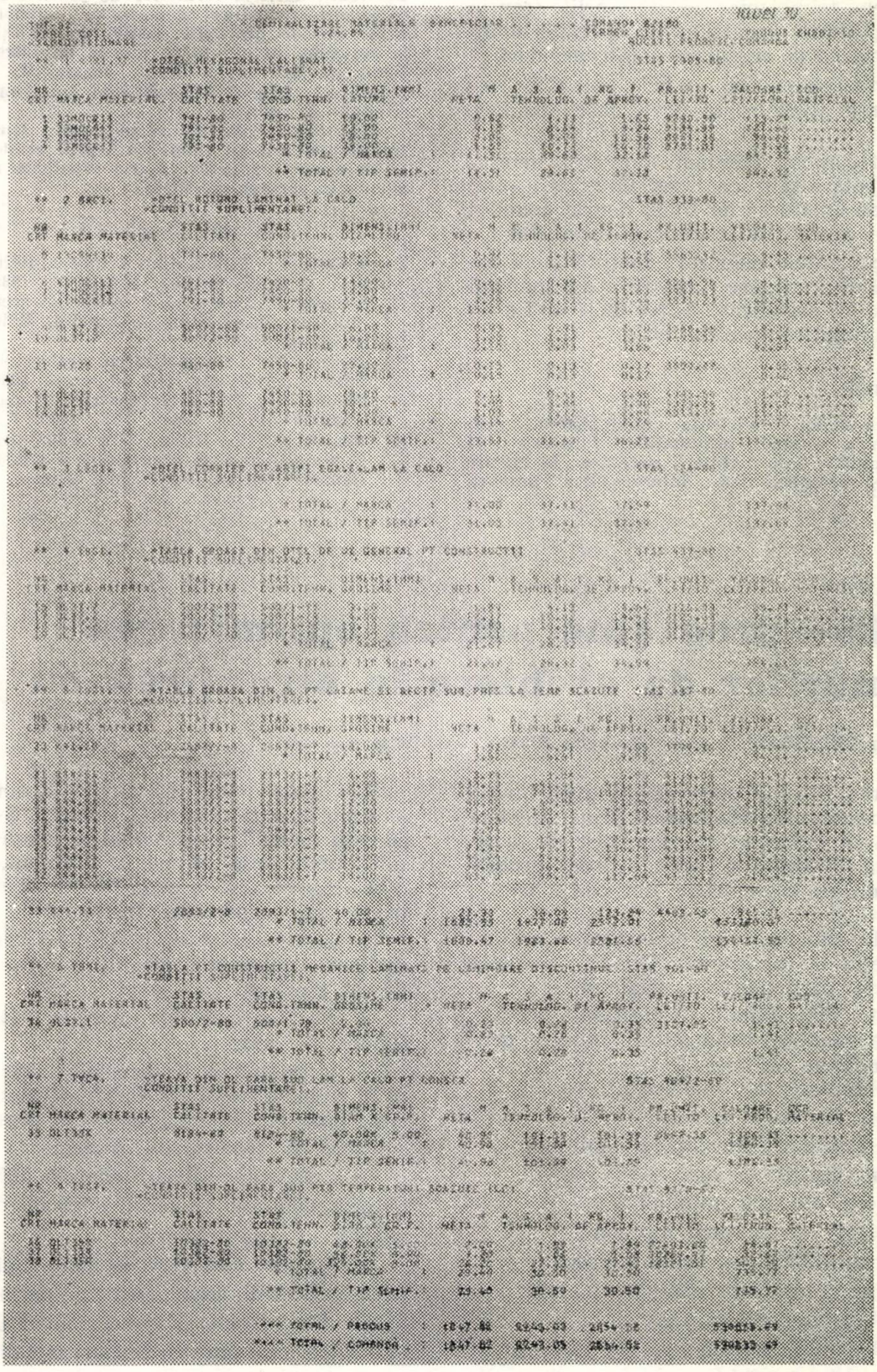
PRIN ATELIERUL 13 TREC 11 REPERE DE LA COMANDA 84019

IUI-82 * G R A F I C D E U R M A R I R E * TERMEN LIVRARE ..... COMANDA 84019

-> ATELIER 21 DIN 6.19.84. BUC Z

NR CRT	NR REPER (NOM)	NUMAR DESEN (DENUMIRE)	TIP REPER	BUC /PROD	BUC /COM	SEMIFABRICAT TIP	DIMENSIUNI	MARCA MATERIAL	MASA /PRODUS (KG) NETA	MASA /PRODUS (KG) NEC.TEHN.	ITINERAR REPER (COD ATEL)
1	19	2.0	FUND	2	4	TABLA DE	8X2220X 2220	K41.28	47.50	67.14 ->	13 23 21 41 47 13
2	2	11.2	VIR	2	4	TABLA DE	12X 560X10244	K41.28	132.00	135.10 ->	13 67 21
3	1	1.1.1	PLT	2	4	BARA DE	850X 518X 0	K47.28	229.00	507.74 ->	13 21 57 67 57
4	8	CM303.2970	SIFA	1	16	TABLA DE	8X1525X 6945	K41.28	13.00	41.92 ->	23 67 21 67 57 59 45 57 67
5	4	1.4.0	TB	2	2	TABLA DE	0X 0X 0	K41.28	2.56	3.78 ->	23 21 45 57
6	22	2.6	SIFU	2	4	TABLA DE	12X 689X 2964	K41.28	49.00	48.47 ->	57 67 21
7	23	2.7	SIFU	2	2	TABLA DE	12X 713X 1432	K41.28	49.00	48.09 ->	57 67 21
8	25	3.3	SIFU	2	2	TABLA DE	12X 376X 578	K41.28	7.00	10.24 ->	57 67 21
9	26	3.4	SIFU	2	2	TABLA DE	12X 513X 744	K41.28	10.00	10.97 ->	57 67 21
10	27	3.5	SIFU	2	2	TABLA DE	12X 339X 626	K41.28	8.80	10.00 ->	57 67 21
11	28	3.7	SIFU	2	2	TABLA DE	12X 367X 578	K41.28	7.00	9.99 ->	57 67 21

PRIN ATELIERUL 21 TREC 11 REPERE DE LA COMANDA 84019



lului auxiliar de 3...4 ori în cazul reperelor și de 8...15 ori în cazul subansamblelor ;

— fișele tehnologice și itinerariile conțin cele mai potrivite succesiuni de operații, adaptate la dotarea și organizarea întreprinderii ;

— normarea muncii se face obiectiv, unitar, reglarea nivelului se poate face operativ, centralizat ;

— sînt complet eliminate operațiile manuale de selectare și transcriere, surse de greșeli și mari consumatoare de timp, dispar astfel și întîrzierile cauzate de corectarea greșelilor ;

— documentele elaborate conțin numai informațiile de care are nevoie destinatarul documentului, organizate astfel încît să fie cît mai semnificative pentru el.

Concluzii

Dacă se măsoară eficiența unui sistem, prin raportul între volumul informațiilor furnizate la ieșire și volumul informațiilor necesare la intrare (numărul și complexitatea intervențiilor umane), considerăm că sistemul prezentat reprezintă un maximum. S-a putut realiza acest raport deosebit de favorabil, datorită cerințelor de precizie mai scăzută impuse tehnologiilor și normelor elaborate pentru acest gen de producție. Astfel de condiții de lucru se regăsesc într-un mare număr de întreprinderi și secții (sculării, autoutilări, cazangerii, construcții metalice, piese de schimb etc.) din domeniul construcției de mașini.

În toate aceste cazuri se poate adapta sistemului descris într-un timp scurt prin refolosirea integrală a părților generale (cu eventuale adăogiri) și adaptarea părților specifice.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Crișan, I.:* Tehnologia ca sistem. Editura științifică și enciclopedică, București, 1980.

[2] *Crișan, I., Dobre, M.:* Automatizarea montajului în construcția de mașini. Edit. tehnică, București, 1979.

[3] *Dobre, N.:* Automatizarea proiectării constructive și tehnologice, IDCM nr. 3, 1982.

[4] *Koren, Y.:* Computer control of manufacturing systems — Mc Graw. Hill, 1982.

[5] *Giambiasi, N., Rault, J.C., Sabonnadiere, J-C.:* Introduction a la conception assistée pas ordinateur. Hermes Publishing, France, 1983.

CZ : 519.632 : 621.9.01

OPTIS — programe pentru optimizarea regimurilor de așchiere la strunjirea cu cuțit

Mat. Ștefan **TRUFINESCU**, mat. Gheorghe **BIZON** – I.C.T.C.M. București

Ponderea mare a prelucrărilor prin strunjire în ansamblul prelucrărilor prin așchiere (cca. 70% în industria constructoare de mașini) explică interesul deosebit acordat problemei optimizării regimurilor în cazul acestei prelucrări.

Față de alte rezolvări date acestei probleme, pachetul de programe OPTIS prezintă următoarele particularități originale :

1. Sînt determinate simultan, printr-o metodă de simulare exhaustică, optimele pentru următoarele criterii :

— durabilitate tăiș maximă ;
— timp de bază minim ;
— timp operativ incomplect minim ;
— debit așchii maxim ;
— putere efectivă minimă ;
— energie consumată minimă ;
— eficiență utilizare sculă maximă ;
— eficiență utilizare energie maximă ;
— cost manoperă minim ;
— cost utilaj minim ;
— cost scule minim ;
— cost energie minim ;
— cost total minim.

Cu actualele modele numai 8 din funcțiile — scop folosite sînt independente. S-a adoptat această metodă, cu toate că prezintă dezavantajul unui timp de calcul crescut, deoarece este singura care acceptă orice formă a relațiilor care reprezintă restricțiile.

Se poate obține optimul după oricare din criteriile enumerate, sau după orice combinație a acestora.

2. Au fost definite noțiunile, folosite ca funcții — scop :

— „eficiență utilizare sculă" (eS) măsurată prin volumul total de așchii detașate cu un cuțit pînă la uzura complectă a acestuia, considerînd și reascuțirile permise ;

— „eficiență utilizare energie (eE) măsurată prin volumul de așchii detașate consumînd 1 Kwh energie electrică ;

3. Au fost elaborate modele îmbunătățite pentru determinarea următoarelor mărimi :

— durabilitatea tăișului pentru scule din oțel rapid și armate cu carburi metalice (fig. 1);

— forța de așchiere, cu considerarea influenței vitezei de așchiere *(v)*, a unghiului de degajare, (γ) și a razei la vîrf *(r)* a cuțitului,

în afară de factorii avuți deobicei în vedere (natură și duritate material, unghi de atac principal, adîncime de așchiere și avans) — astfel (fig. 2, 3, 4) :

$$K_{pv} = 1{,}31 + 0{,}0348\ v - 0{,}00289\ v^2 + 0{,}000068\ v^3 - 0{,}000000533\ v^4 \quad \text{pentru } v < 45 \text{ m/min}$$

$$2{,}58/v_{0{,}24} \quad \text{pentru } v \geqslant 45 \text{ [m/min]}$$

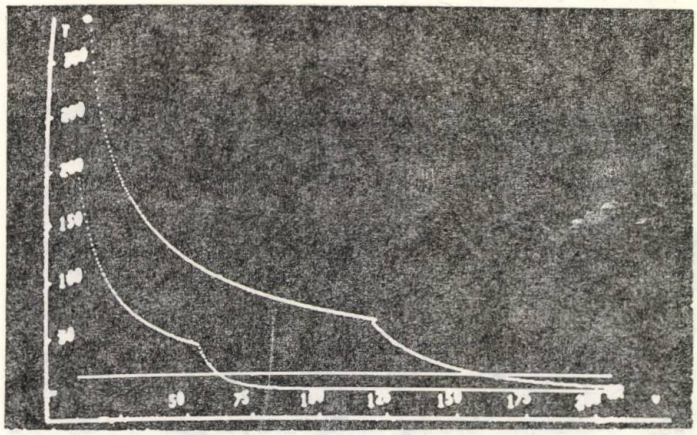


Fig. 1 Durabilitatea tăișului funcție de v.

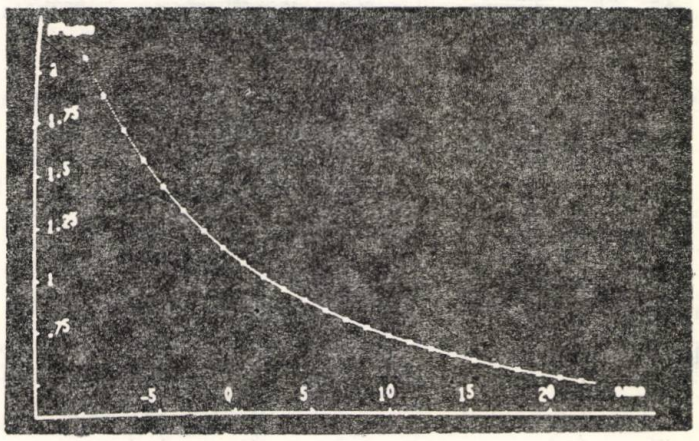


Fig. 2 Forța de așchiere funcție de γ

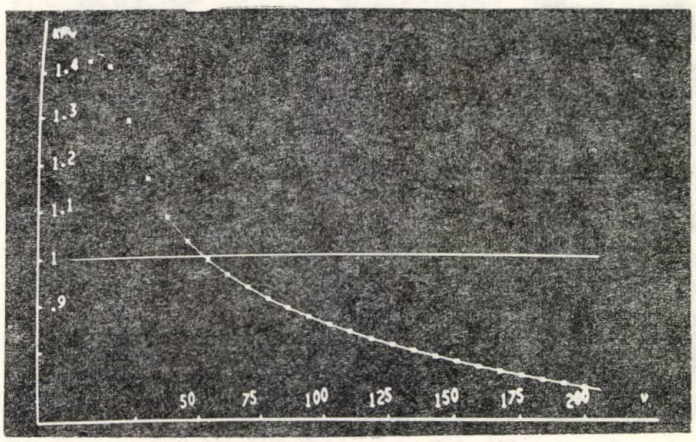


Fig. 3 Forța de așchiere funcție de r.

$$K_{p\gamma} = \frac{1{,}1}{(1+\sin\gamma)^{1{,}5}} \quad \gamma \in [-12\ ;\ +22]$$

$$K_{pr} = 0{,}925 r^{0{,}113} \quad r \in [0{,}2\ \ 3]$$

— randamentul motorului (η_m) în funcție de tipul și puterea nominală a acestuia, s-a considerat :

$$\eta_m = 0{,}8087 \cdot N_{nom}^{0{,}0317};$$

— randament total (η) considerat ca fiind :

$$\eta = \eta_m \cdot \eta_e^{2i} \cdot \eta_a^{i-1}, \text{ în care :}$$

$i = 4$ este numărul de trepte ;
$\eta_e = 0{,}99$ randament lagăr cu rulmenți ;
$\eta_a = 0{,}98$ randament angrenaj cilindric cu dinți înclinați.

— putere consumată în gol

$$N_{gol} = 0{,}43 \cdot N_{nom}^{0,7}$$

— putere totală efectiv consumată :

$$N_1 = K \cdot \sqrt{N_{ef}^2 + (N_{gol}/K)^2}$$

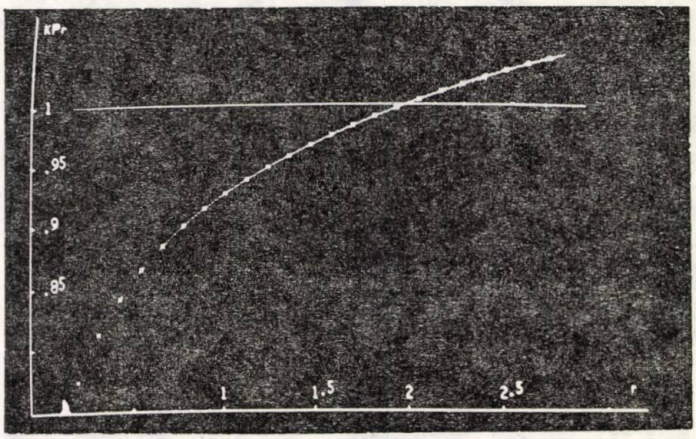


Fig. 4 Forța de așchiere funcție de v.

— putere efectivă :

$$N_{ef} = K(P_X \cdot \omega_x + P_y \cdot \omega_y + P_z \cdot \omega_z)$$

în care

$$K = \frac{1}{60 \cdot 75 \cdot 1{,}36 \cdot \eta} \text{ iar}$$

la strunjire longitudinală

$$\omega_x = s \cdot n/1000$$
$$\omega_y = 0$$
$$\omega_z = v = \pi \cdot D \cdot n/1000$$

— rugozitate efectivă (R_a), ținînd cont și de influența negativă a vibrațiilor care apar în jurul vitezei de așchiere de 20 m/min. prin coeficientul R_{Rav} (fig. 5) ;

$$K_{Rav} = \begin{cases} \text{MAX } (1 ;\ 0{,}44 + 0{,}102.v - 0{,}00346\ v^2 + \\ +0{,}000034\ v^3) \\ \text{pentru } v < 35 \text{ [m/min]} \\ \text{MAX } (1 ;\ 5{,}703/v^{0,433} \text{ pentru} \\ v \geqslant 35 \text{ [m/min]} \end{cases}$$

Restricțiile care determină domeniul regimurilor admise sînt :

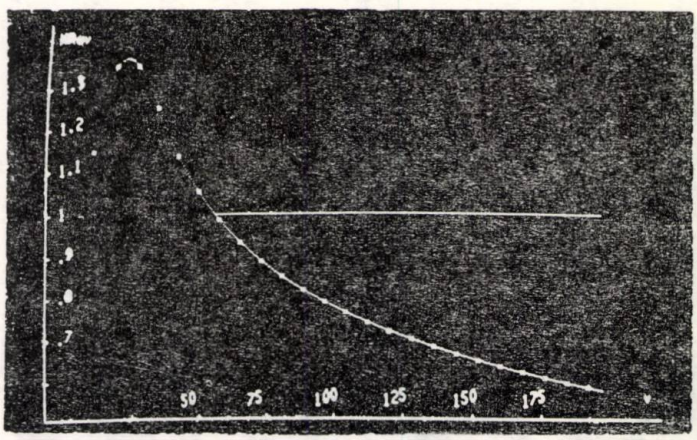


Fig. 5 Rugozitate funcție de v.

și la strunjire transversală

$$\omega_x = 0$$
$$\omega_y = s \cdot n/1000$$
$$\omega_z = v = \pi \cdot D \cdot n/1000$$

— pentru adîncimea de așchiere (t) maxima se determină în funcție de lungimea tăișului, unghiul de atac principal, adaos și pentru anumite cazul numărul de treceri impuse. Minima se ia deasupra limitei de ecruisare determi-

nate în funcție de duritatea materialului așchiat, unghiul de degajare, raza la vîrf a cuțitului ;

— pentru avans *(s)*, maximul se determină calculînd avansurile maxime admise de : încovoierea piesei și precizia impusă suprafeței, încovoierea cuțitului, rugozitatea impusă, deformarea locală în cazul pieselor cu pereți subțiri, comprimarea plăcuței din carburi metalice, recomandările fabricanților de scule ; se ia cel mai mare avans din gama mașinii care este mai mic decît toate maximele de mai sus. Avansul minim este cel minim din gama mașinii ;

— turația *(n)* maximă se determină în funcție de tipul prinderii și dimensiunile de gabarit ale piesei, ca și de timpul de reacție al muncitorului în cazul prelucrărilor scurte cu umăr. Sînt parcurse apoi toate combinațiile *t*, s, n și se calculează mărimile „eliminatorii" — adică :

— puterea totală efectiv necesară care trebuie să fie mai mică decît cea disponibilă ;

— durabilitatea efectivă care trebuie să fie mai mare de 15 min. și să asigure executarea prelucrării fără reascuțire (schimbare sculă); pentru prelucrarea unor piese foarte mari a fost prevăzută totuși posibilitatea prelucrării cu schimbarea sculei pe fază sau chiar pe trecere, caz în care se emit mesaje corespunzătoare ;

— rugozitatea efectivă care trebuie să fie mai mică decît cea impusă.

Pentru regimurile (triplete *t, s, n)* care satisfac toate aceste condiții se calculează mărimile de „apreciere" care, în afară de putere, durabilitate, rugozitate (deja calculate), sînt :

— timp de bază ;

— timp operativ incomplet (cu timpii ajutători legați de trecere) ;

— debitul de așchii [cm^3/min] ;

— energia consumată ;

— eficiența utilizării sculei ;

— eficiența utilizării energiei ;

— costurile (manoperă, scule, utilaj, energie, total).

Este consultată apoi matricea de extreme și se fac eventualele modificări în ea.

Programele au fost scrise pentru WANG 2200 VP, I 100 și Felix C 256 și pot fi utilizate independent, sau în cadrul sistemului SINOT. Modulele componente asigură și introducerea și verificarea datelor de la terminal, consultarea fișierelor de materiale, utilaje și scule pentru extragerea tuturor datelor necesare.

Datele despre semifabricat, suprafață prelucrată, prindere sînt comunicate fie de tehnolog de la terminal, fie de alte module care asigură tratarea frazelor tehnologice în cadrul sistemului SINOT.

Mesajele pe care le poate emite OPTIS sînt :

- **de eroare :**

E01 — adaos total prea mic ;
E02 — adaos pe trecere prea mic ;
E03 — canal circular prea lat ;
E04 — rugozitatea cerută nu poate fi realizată (mesajul apare după ce se încearcă și cu raze la vîrf mărite) ;
E05 — precizia cerută nu poate fi realizată (încovoiere) ;
E06 — precizia cerută nu poate fi realizată (pereți subțiri) ;
E07 — nu rezistă coada cuțitului ;
E08 — nu rezistă plăcuța CM ;
E09 — există combinații *t, s, n* posibile, dar niciuna acceptabilă.

- **avertismente :**

A89 — adaos prea mare pentru finisare ;
A88 — cuțit pentru canal modificat (subțiat) ;
A87 — cu *a* reascuțiri pe trecere ;
A86 — cu *b* reascuțiri pe fază ;
A85 — rază la vîrf mărită la *c* [mm], unde *a, b, c* sînt determinate de program.

În tabelul 1 este prezentat un exemplu cu datele necesare pachetului de programe OPTIS, iar în tabelul 2 un exemplu de listă cu rezultate.

Analizînd un mare număr de cazuri concrete, se constată că în multe cazuri adoptarea unui regim după criteriul minimizării timpului de bază (criteriu avut deobicei în vedere) duce la cheltuieli mai mari, uneori de 2...3 ori mai mari. Numărul mare de factori și complexitatea fenomenelor care apar în procesul de așchiere — reflectate în complexitatea modelelor și algoritmurilor utilizați — fac ca rezolvarea acestei probleme să fie practic imposibilă fără asistența calculatorului. Economiile realizate, chiar dacă sînt de ordinul a 2...3%, sînt importante, dat fiind volumul foarte mare de prelucrări pe strung ; economia este în realitate mai mare, deoarece în majoritatea cazurilor se lucrează cu regimuri determinate empiric care sînt mult mai depărtate de optim.

Tabelul 1

CONDIȚII AȘCHIERE

SEMIFABRICAT

cod material	(cod	)=21=M(1)
modul de elasticitate	(daN/mm²	)=21000=M(4)
sigma rupere	(daN/mm²	)=67=M(5)
duritate	(HB	)=195=M(6)
crusta nu=0, da=1	(cod	)=0=M(12)
incluziune nu=0, da=1	(cod	)=0=M(13)
diametru ext. inițial	(mm	)=280=R(1)
int.	(mm	)=30=R(11)

PRELUCRARE, PRINDERE

prindere U=1. V+V=2. U+V=3	(cod	)=1=P1(3)
prel. la ext.=1. la int.=2	(cod	)=1=P1(1) EXT=P1$[P1(1)]
faza strunjire	(cod	)=1=P1(2) LONG=P2$[P1(2)]
suprafața INTERM=1. FINALĂ=2	(cod	)=1=P1(5)

REPER

diametru final (prelucrat)	(mm	)=220=R(2)
lungime treapta prelucrată	(mm	)=180=R(4)
adaos pe rază	(mm	)=30=R(8)
rugozitate Ra	(microni	)=25=R(5)
clasa precizie	(ISO	)=13.5=R(7)
interv. toler. IT	(mm	)=849=R(6)
aschie. cont=. discont=2	(cod	)=1R=(10)

UTILAJ

strung (SN. SP. SF. SC cifră)	(simbol	)=SN400=UO$
tip strung	(cod	)=1=U0(9)
diam. max. rel.	(mm	)=400=U0(5)
putere nominală	(kW	)=5.5=U0(1)
randament global	(—	)=5186761219048=U0(2)
putere cons. în gol	(kW	)=1.41815055161=U0(3)
dimens. max. locaș cuțit	(mm	)=20=U0(8)
fix păpușă mob. LEV=1. SUR=2	(cod	)=2=U0(6)

gama avansuri (mm/rot) nr. valori=49=U1(1)—3
28 valori utilizate între 0.045 și 1.000

0.020	0.022	0.025	0.028	0.032	0.036	0.040	0.045	0.050	0.056
0.063	0.071	0.080	0.090	0.100	0.112	0.125	0.140	0.160	0.180
0.200	0.224	0.250	0.280	0.315	0.355	0.400	0.450	0.500	0.560
0.630	0.710	0.800	0.900	1.000	1.120	1.250	1.400	1.600	1.800
2.000	2.240	2.500	2.800	3.150	3.550	4.000	4.500	5.000	

gama turația (rot/min) nr. valori=67=U2(1) 3 41 valori utilizate între 12.500 și 1.250.000

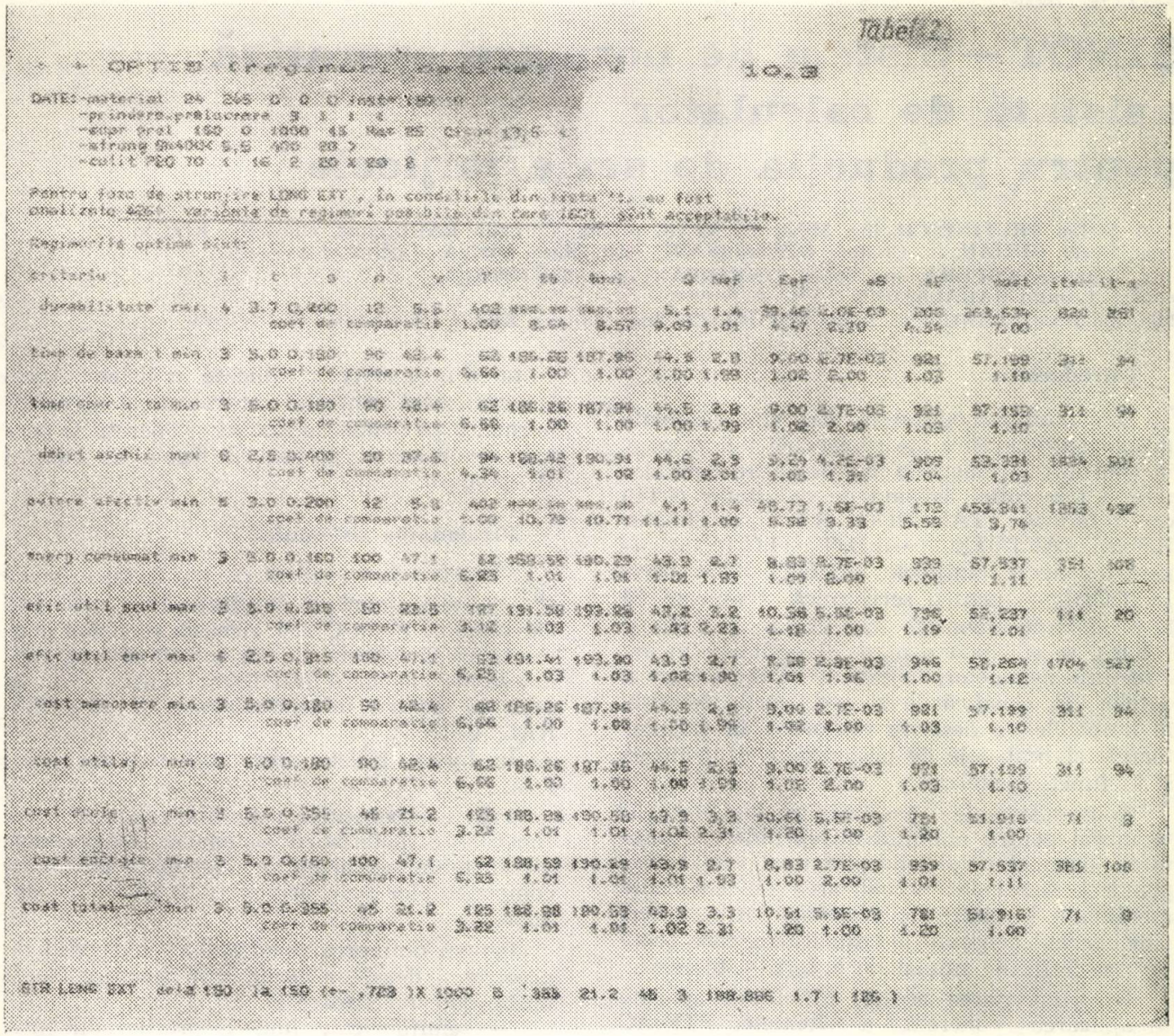
0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6
2.0	2.5	3.2	4.0	5.0	6.3	8.0	10.0	11.2	12.5
14.0	16.0	18.0	20.0	22.4	25.0	28.0	31.5	35.5	40.0
45.0	50.0	56.0	63.0	71.0	80.0	90.0	100.0	112.0	125.0
140.0	160.0	180.0	200.0	224.0	250.0	280.0	315.0	355.0	400.0
450.0	500.0	560.0	630.0	710.0	800.0	900.0	1000.0	1120.0	1250.0
1400.0	1600.0	1800.0	2000.0	2240.0	2500.0	2800.0			

SCULA

calitate marca tăiș forma tateta degaj.	(simbol	)=P20=S1$
incl. prag sf. aschii unghi princ. de atac	(NPCRU	)=3=S1(4)
sec.	(1.2.3	)=2=S1(5)
	(gr. sexa	)=45=S1(6)
	(gr. sexa	)=47=S1(7)
raza la vîrf	(mm	)=1,5=S1(8)
unghi degaj.	(recom	)=6=M(11) efectiv — 6 — S1((9)
lung (lat) tăiș	(mm	)=16=S1(10)
forma sect. coadă	(RPD	)=2 S1(11)
latura corp	(mm	)=20=S1(12)
grosime plăcuță CM	(mm	)=8=S1(14)
lich. de asch. O=nu. 1=da	(cod	)=0=S1(15)

PREȚURI

retribuție	(lei/min	)=.185=C(3)
amort. utilaj	(lei/min	)=.0121=U0(7)
cost ascuțire sculă	(lei	)=2=S1(17)
valoare sculă	(lei	)=26.16179257357=S1(18)
număr reascuțiri	(—	)=10=S1(19)
preț energ. electrică	(lei/KWh	)=.7=CO(1)



Tabel 2

BIBLIOGRAFIE

[1] *Crişan I.:* Tehnologia ca sistem Edit. ştiinţifică şi enciclopedică — Bucureşti, 1980.

[2] *Picoş, C., ş.a.:* Prelucrabilitatea prin aşchiere a aliajelor feroase. Ed. Tehnică Bucureşti, 1981.

[3] *Picoş, C., ş.a.:* Normarea tehnică pentru prelucrări prin aşchiere Ed. Tehnică Bucureşti Vol. 1, 1979, Vol. 2, 1981.

[4] *Rogers, D., Adams, J.A.:* Mathematical elements for computer graphics — Mc — Graw—Hill 1976.

[5] *Chasen S-H., Dow, J.W.:* The guide for evaluation and implementation of CAD/CAM systems.
— Atlanta — Georgia 1979.

[6] *Gardan, Y.:* Systèmes de CFAO. Editions Hermes — Paris 1983.

x x x: Durabilitatea sculelor aşchietoare. Încercări de durabilitate a cuţitelor de strung 2922/21 ICTCM 1982.

x x x: STAS 6599/1—81. Aşchiere şi scule aşchietoare. Terminologie.

x x x: STAS 5456—80. Prelucrarea metalelor prin aşchiere. Terminologie.

x x x: STAS 12046/1—81. Durabilitatea sculelor aşchietoare. Uzură. Noţiuni generale.

x x x: STAS 2631—82. Aplicaţii ale metodelor satistice. Terminologie şi simboluri.

x x x: STAS 9901. Scule aşchietoare. Tipuri şi domenii de utilizare.

x x x: STAS 2872-74. Erori de măsurare. Terminologie şi simboluri.

x x x: Scule şi strunjit Coromant (Prospect).

CZ : 519.682 : 658.516

SINOT — Sistem de normare operativă asistată de calculator pentru producția de serie mijlocie

Mat. Ștefan **TRUFINESCU**, ing. Mihaela **LAZĂR**, subing. Corneliu **RADU**, mat. Gheorghe **BIZON**, mat. Eugen **GÎRJĂU**, ec. Cristina **OTETELIȘANU**, mat. Maria **GHIȚĂ** – I.C.T.C.M. București
Ing. Octavian **COCORA**, ing. Radu **ȚÎNȚĂREANU**, ing. Ion **MITREA**, subing. Leontin **HARALAMBIE** – I.M.U.A. București
Mat. Ion **DAVIDEANU**, mat. Diana **TOPOLESCU**, ing. Mariana **KISCH** – C.C.E. – C.M.U. București

Introducere

Din analiza modului în care sînt rezolvate problemele specifice ale proiectării tehnologice, în cadrul unor sisteme de pregătire tehnologică a fabricației asistată de calculator (PTF) de referință (TAUPROG—R.P.U., AUTAP—R.F.G., AUTOTECH—R.D.G., I.C.T.C.M. — pentru serie mijlocie, SIGET—Timișoara, I.C.T.C.M. — pentru serie mică și unicate (și alte sisteme elaborate în U.R.S.S., R.P.B. și R.S.R.), se constată o mare diversitate : în arhitectura sistemelor, în modul de organizare a datelor, în clasificările și codificările folosite, în limbajele de descrire elaborate, în calculatoarele și limbajele de programare utilizate ca și în funcțiile realizate.

Toate sistemele analizate au fost elaborate inițial pentru anumită întreprindere. Adaptarea sistemelor la condițiile unei alte întreprinderi, sau chiar actualizarea la condițiile modificate în timp ale aceleeași întreprinderi sînt operații deosebit de costisitoare, care practic pot fi făcute numai de autorii sistemelor.

Pentru evitarea acestor dificultăți apărute în aplicarea concretă a sistemelor PTF-AC este necesară o separare riguroasă a componentelor cu valabilitate generală, care realizează funcțiile tehnice : descriere semifabricat, descriere reper, determinare adaosuri, calcul regimuri și norme de lucru etc., de componentele care depind în mod esențial de specificul unei anumite întreprinderi : alegerea secției, atelierului, locului de muncă (mașinii) dispozitive speciale utilizate, fragmentarea unor operații sau cumularea unor faze.

SINOT reprezintă un astfel de sistem „semiautomat" care conține module general valabile pentru normarea operativă detaliată (la nivel de plan de operații) a tuturor operațiilor tehnologice executate pe mașini universale.

Deoarece aplicarea efectivă a sistemului este condiționată și de nivelul normelor aplicate (locale) înainte de implementare, a fost pusă la punct o procedură simplă de localizare, prin coeficienți, precum și programe pentru editarea normativelor utilizate în sistem. Acestea realizează controlul centralizat al nivelului normelor pe grupe de mașini și operații și permit desfășurarea procedurii legale de control și aprobare.

Prezentarea sistemului

SINOT a fost realizat pentru lucru interactiv, conversațional în multitasking, utilizînd calculatorul Felix C 256. Această realizare deosebită va fi prezentată într-un alt articol. Modulele de normare (regimuri, timpi) au și versiuni pentru minicalculatoare (I 100, CORAL, WANG).

În figura 1 este prezentată schema generală.

Prin componentele sale sînt realizate toate funcțiile caracteristice sistemelor CAD-comunicare tehnolog-calculator, calcule și gestiunea componentelor soft, arhivarea și gestiunea datelor.

Pentru obținerea rezultatelor, la nivelul de precizie și detaliere cerut, sînt necesare foarte multe date referitoare la :

— semifabricate (mărci, profile, dimensiuni) : circa 45 date fiecare ;
— mașini : peste 200 date fiecare ;
— scule : circa 40 de date fiecare.

Sistemul extrage datele necesare din baza de date plecînd de la cîteva date de identificare (descriptori) care sînt furnizate fie expres de către tehnolog, fie sînt determinate de alte module ale sistemului.

Baza de date

Din punct de vedere tehnologic s-au întocmit o serie de lucrări care să asigure furnizarea datelor de intrare solicitate în programele de calcul al regimurilor și normelor de timp, privind alegerea materialelor utilajelor și sculelor. Printre acestea se enumără :

a) clasificarea, codificarea și precizarea descriptorilor privind materialele folosite ca semifabricate.

SINOT

SISTEM DE NORMARE OPERATIVĂ A TEHNOLOGIEI

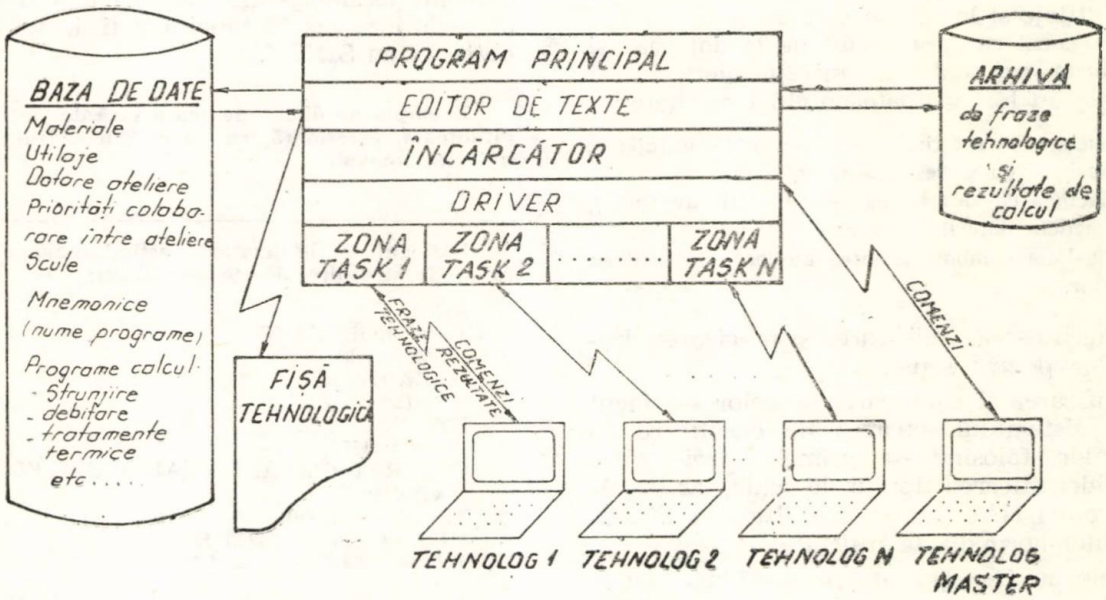


Fig. 1 SINOT sistem de normare operativă a tehnologiei.

FIȘIER MATERIALE

a. fișier MĂRCI: capacitate 910 mărci

COD MARCA (3 CIFRE)	DENUMIRE MARCA	STAS CALITATE	TIP TEHN	GRUPA ASCHIERE	DENSITATE	TRATAMENTE TERMICE POSIBILE	REZISTENȚA RUPERE	DURITATE HB	REZISTENȚA RUPERE ÎMBUNĂTĂȚIT	DURITATE HRC (CALIT)	DURITATE HV (CALIT)	MODULELASTIC E

b. fișier PROFILE: capacitate 1404 profile

COD PROFIL (4 CIFRE)	STAS DENUMIRE	DENUMIRE PROFIL

c. fișier DIMENSIUNI: capacitate 7992 tipodimensiuni

COD MATERIAL 11 CIFRE	MASA UNITARA Kg/m / Kg/m²	DIMENS 1	DIMENS 2	DIMENS 3	DIMENS 4	DIMENS 5	DIMENS 6

EX: COD MATERIAL = 04014400434
cod profil · cod dimens · cod marcă

Fig. 2 Fișier materiale.

Clasificarea materialelor s-a menținut cea existentă în întreprindere, iar catalogul de materiale a fost actualizat cf. Decretului nr. 99/1980.

Datele privind materialele au fost colectate pe trei machete arătate în figura 2.

b) Clasificarea și precizarea descriptorilor pentru utilaje și locuri de muncă.

Și în acest caz s-a pornit de la dotarea și organizarea existentă în întreprindere.

Datele au fost grupate pe cinci machete :

— macheta caracteristicilor generale ale utilajelor;
— macheta cu sinteza gamelor;
— macheta cu valorile gamelor (turații, avansuri);
— macheta dotării atelierelor;
— macheta colaborării între ateliere în ordinea priorităților.

c) Clasificarea, codificarea și precizarea descriptorilor pentru scule.

Clasificarea și codificarea sculelor s-a făcut potrivit sistemului existent de clasificare a SDV-urilor, folosindu-se primele trei cifre pentru identificarea tipului de sculă, iar următoarele două cifre pentru identificarea STAS-ului sculei normalizate utilizate.

Datele au fost grupate pe două machete :

— macheta calității și mărcii tăișului sculei;
— macheta parametrilor geometrici și dimensionali ai sculelor.

Exploatarea sistemului

Modul de lucru al proiectantului în exploatarea sistemului este simplu, conversațional, dinamic sub controlul tehnologului. Calculația normelor, asistată de calculator, pentru un reper oarecare, se face prin transmiterea unor date de descriere ale procesului tehnologic, aceleași cu cele folosite în proiectarea tehnologică, curentă, care cuprind :

— datele generale cu privire la : denumire, cod, material, dimensiuni semifabricat etc. ;

— date cu privire la operație : utilaj, prindere etc. ;

— date cu privire la faza de prelucrat sau faza tehnologică : dimensiuni, precizie, rugozitate etc. ;

— elemente de comentariu.

Calculația normelor de muncă asistată de calculator, se face în cadrul fiecărei faze de prelucrare. În cazul cînd se descrie o fază tehnologică complexă, aceasta este descompusă, în cadrul unor algoritmi, în faze simple de prelucrare (fig. 3).

În timpul introducerii datelor de descriere a reperului, operației sau fazei de prelucrare, acestea sînt confruntate cu cele din baza de date, verificate sintactic și semantic, erorile fiind semnalate pentru corectare.

Pe baza datelor din dialog introduse se declanșează, în cadrul fazei, calcularea regimurilor de așchiere, a normei de timp și a categoriei de încadrare, rezultatele putînd fi, opțional, vizualizate.

În tabelul 1 este prezentat, ca exemplu, dialogul tehnolog-calculator pentru o operație de strunjire, iar în tabelul 2 fișa tehnologică obținută cu SINOT.

Exemplu de dialog pentru o fază de strunjire longitudinală, exterioară, cu umăr, din cadrul fișei tehnologice anexate

Dialogul se declanșează tastînd mnemonica operației de strunjire și este următorul:

```
/STR
TIP: DEGROSARE
NROP : 030
GABARIT:
AT: 120
UT: SN
PRIND: UL
CENTRAT (FĂRĂ, VIZUAL, PARALEL, COMPA
RATOR): F
TPIST = 16.000
UTILAJ 120 = 14200 SN 400
TPI = 6.654 TPD = 4.090
```

Apoi se tastează mnemonica fazei și răspunsurile la întrebările puse de acest program:

```
/LONG
LOC (EXT, INT): E
UMAR (0,1): 1
DEXT: 95
DINT: 0
TIP COTA (INIT, INT, FIN): INT
DF:
DR: 65
LR: 130
RA: 25
FORMA AȘCHIE (CONT, DISC): C
LONG. DEGR. EXT. 95.000 la 65.000 X 130.000
SCULA:
I=5    S=0,45    N=305    KIR=1    KDL=5
NM=1
DS=1   CTG=2    TPISUPL=0    TA=1,34
TB=5,4  TPDSUPL=0
ADAUS=3
TACMSC=0,37
SCULA=21125/3
```

Răspunsurile tehnologului figurează după cele două puncte de la sfîrșitul fiecărei întrebări, iar rezultatele afișate sînt subliniate.

Editarea și arhivarea fișelor tehnologice

Fișele tehnologice rezultate în final pot fi listate și/sau arhivate. Listarea poate fi făcută în mai multe variante : — FIȘA TEHNOLOGICĂ COMPLETĂ, destinată atelierelor de producție, cuprinde la fazele de lucru, indicarea sculelor și a regimurilor de așchiere. Prin aceasta ea constituie o fișă de instructaj pentru muncitor indicîndu-i-se concret regimul necesar la prelucrarea respectivă ;

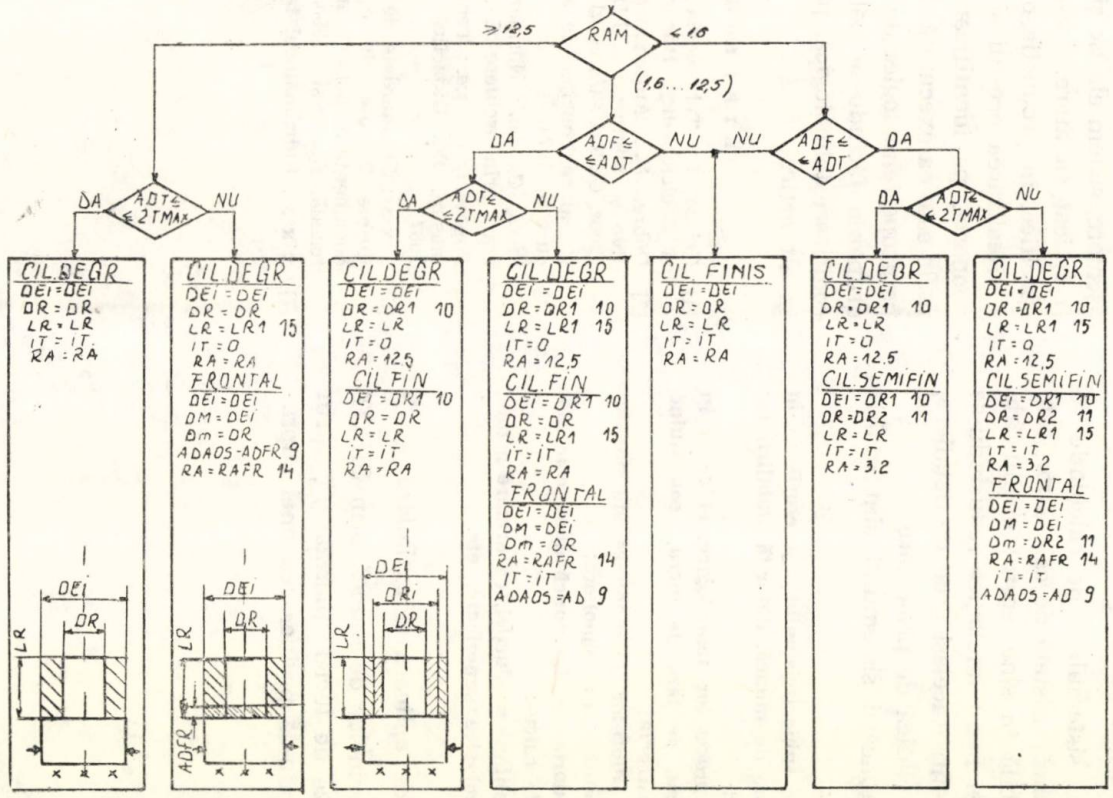


Fig. 3 Schema logică de descompunere a unei faze complexe.

— FIȘA TEHNOLOGICĂ PARȚIALĂ se deosebește de prima prin faptul că la fazele de lucru, nu sînt indicate sculele normalizate și regimurile de așchiere ;

— FIȘA TEHNOLOGICĂ SIMPLĂ, destinată compartimentului de urmărire și consumuri, nu conține decît desfășurarea pe operații a procesului tehnologic.

În timpul vizualizării unei fișe tehnologice se poate anula, modifica sau introduce orice fază sau operație. După definitivarea fișei tehnologice, aceasta se poate arhiva putînd fi apelată ori de cîte ori este nevoie pentru a fi modificată sau reeditată.

Avantajele sistemului

Introducerea sistemului de calculație a normelor de muncă, asistată de calculator, este o acțiune rentabilă în sine, costul mediu de proiectare a unei fișe tehnologice reducîndu-se cu peste 30% pentru același grad de detaliere, față de metoda clasică de proiectare.

Avantajele aplicării sistemului sînt multiple :

— eliminarea subiectivismului și erorilor în calculația de norme de muncă, datorită stabilirii lor pe baze științifice;

— detalierea proceselor tehnologice, chiar și în producția de unicat, pe faze de lucru, constituind astfel o fișă de instructaj;

— eliminarea soluțiilor neeconomice din punctul de vedere al consumului de manoperă;

— calcularea normelor de muncă după cele mai moderne criterii de calcul;

— ridicarea calității producției, ca urmare a unei documentații tehnologice superioare, etc.

Perspective de aplicare și extindere

Calculația normelor de muncă prin SINOT are la bază „faza de lucru (normare)", prin aceasta înțelegîndu-se prelucrarea unei suprafețe cu aceeași prindere, pe aceleași utilaj, cu aceeași sculă și cu același regim de așchiere. Deci în aceste condiții, oriunde s-ar face prelucrarea acestei suprafețe, faza va avea același regim de așchiere și aceeași normă de muncă. Caracteristica conferă sistemului aplicabilitate în toate întreprinderile în care se execută operații de prelucrare a metalelor prin așchiere și în care mașinile, materialele și sculele folosite sînt aceleași. În cazul în care acestea diferă, se poate face corectarea bazei de date a SINOT-ului după necesitățile locale, sistemul devenind astfel operațional în condițiile oricărei întreprinderi.

SINOT constituie prima etapă în realizarea unui sistem de proiectare tehnologică, asistată de calculator, a proceselor de prelucrare prin așchiere, sistem elastic și dinamic care să poată fi aplicat ca atare, s-au adaptat la condițiile specifice, în producția oricărei întreprinderi.

Realizarea acestui sistem se bazează, pe deoparte, pe identificarea fazei de lucru oriunde este ea executată, iar — pe de altă parte, pe grupe tehnologice de prelucrare a reperelor, gruparea făcîndu-se potrivit unui sistem de codificare tehnologică, pe care îl vom prezenta în alt articol.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Crișan, I.* : Tehnologia ca sistem. Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1980.

[2] *Dobre, N.* : Automatizarea proiectării constructive și tehnologice, I.D.C.M. nr. 3—1982.

[3] *Picoș, C., ș.a.* : Calculul adaosurilor de prelucrare și al regimurilor de așchiere. Ed. Tehnică, București, 1974.

[4] *Picoș, C., ș.a.* : Normarea tehnică pentru prelucrări prin așchiere. Ed. Tehnică, București, 1982.

[5] *Popovici, C., ș.a.* : Tehnologia construcției de mașini. Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1967.

[6] x x x : Standardele de stat pentru mărci și produsele tipizate din oțel. Oficiul de informare documentară pentru aprovizionarea tehnico-materială, București, 1980.

[7] x x x : Îndrumătorul tarifar pe meserii. M.I.C.M.

CZ : 658.5 : 681.3.004.14

Clasificarea constructivă și tehnologică a familiilor de repere din construcția de mașini unelte

Ing. Octavian **COCORA**, ing. Radu **ȚÎNȚĂREANU** – I.M.U.A. București

Generalități

În literatura de specialitate s-a abordat problema clasificării și codificării pieselor, din punctul de vedere al soluțiilor cu valabilitate generală, pentru toate sectoarele care concură în construcția de mașini : proiectare constructivă, proiectare tehnologică, organizarea producției etc.

Încercînd aplicarea sistemelor de clasificare și codificare cunoscute : Optiz, Mitrofanov, Zimmermann (ZAFO), ZIF, VUSTE etc., s-a constatat că ele nu pot fi aplicate decît parțial, că rămîn o serie de piese care nu pot fi încadrate, în mod univoc, într-o grupă oarecare, iar numărul de piese care nu pot fi încadrate este cu atît mai mare, cu cît producția are un specific mai pronunțat de serie mică sau unicate.

Încercările de localizare a sistemelor de mai sus, sau de proiectare de noi sisteme de clasificare în diferite întreprinderi sau institute din țară (MUNERO—I.C.P.M.U.A., Intr. Hidromecanica — Brașov, I.M.U.A.B., C.C.P—DISROM) urmăresc rezolvarea unor probleme specifice. Varietatea și mulțimea sistemelor de clasificare și codificare a reperelor indică, pe deoparte, necesitatea acestora, iar pe de altă parte că nu există un sistem unic care să poată răspunde tuturor obiectivelor urmărite de compartimentele de proiectare constructivă, tehnologică, planificare și urmărire etc.

Dezvoltînd un sistem de clasificare după criterii tehnologice elaborat în I.M.U.A. — București și adaptîndu-l la necesitățile impuse de utilizarea sa, în cadrul unui sistem de proiectare tehnologică asistată de calculator, care se realizează în colaborare cu I.C.T.C.M. — București, s-a elaborat sistemul SCT — 10 prezentat în această lucrare.

Prezentarea sistemului

SCT — 10 este un sistem de codificare tehnologică a reperelor din producția de mașini-unelte realizate la I.M.U.A. București. El are drept scop asigurarea definirii și ordonării reperelor din producție, pe grupe și subgrupe tehnologice care admit același traseu principal tehnologic, optim. În secundar, sistemul conține suficiente elemente pentru a asigura și o clasificare corespunzătoare din punct de vedere constructiv.

În figura 1 se arată o serie de repere care se pot ordona într-o grupă tehnologică, traseul tehnologic optim stabilindu-se în funcție de realizarea suprafețelor funcționale principale pe care le are: cilindrice și conice. Restul elementelor de individualizare (găuri, canal de pană, filet de asamblare etc.) nu pot conduce la modificarea traseului tehnologic de realizare a suprafețelor funcționale principale, ci numai completarea lui.

SCT — 10 aduce, în plus față de celelalte sisteme, posibilitatea de a ordona în aceeași familie, clasă, grupă, etc. toate reperele care au aceleași suprafețe funcționale, avantaj deosebit ținînd seama că suprafețele funcționale identice conduc la trasee tehnologice identice sau similare. Astfel, se pot sorta cu ușurință, în aceeași grupă tehnologică, reperele cu roluri funcționale specifice cum sînt : arbori, axe, roți dințate, lonjeroane, corpuri hidraulice, axe filetate, piese normalizate, elemente elastice, table, țevi etc.

SCT — 10 introduce, de asemenea, codificarea reperelor specifice unei anumite întreprinderi, dînd astfel posibilitatea adaptării sistemului la specificul de producție al altor întreprinderi.

SCT — 10 asigură posibilitatea codificării complexității de prelucrare al reperelor, în situația cînd reperele sînt identice sau similare ca formă geometrică sau precizie, cum ar fi tijele subțiri și lungi, piese cu pereți subțiri etc., dar cu dificultăți în execuție.

Sistemul mai permite punerea în evidență a unor operații, care nu conduc la modificarea formei geometrice sau funcționale a piesei (acoperiri metalice), sau cazul cînd piesele se execută printr-un procedeu de deformare plastică-ștanțare, matrițare, turnare.

Criteriile de clasificare și codificare

După cum arată și denumirea, clasificarea și codificarea reperelor, în cadrul SCT — 10, se face după 10 criterii prezentate în tabelul 1.

Forma geometrică generală (criteriul 1). Acest criteriu permite clasificarea pieselor în opt familii de repere specifice și una de ansambluri. Din cele opt familii, cinci sînt codificate după criteriul formei geometrice (două familii de piese de revoluție și trei de repere care nu au suprafețe de revoluție). Restul de familii sînt clasificate : două după rolul funcțional al reperului (repere cu dantură și repere elastice), iar a treia cuprinzînd repere cu un grad ridicat de dificultate, specific întreprinderii.

Criteriul de formă (suprafață) funcțională pentru exterior și interior (criteriile 2 și 3), sînt prezentate în tabelul 2. Din punct de vedere tehnologic, rolul funcțional constituie un criteriu mai complet decît cel de formă geometrică, precizat la primul criteriu.

Criteriul de detalii de formă secundară la exterior și la interior (criteriile 4 și 5). Cele exterioare servesc fie pentru realizarea asamblării (găuri de știft, canale, de pană, filete pentru șurub, piuliță etc.), fie pentru realizarea suprafeței de contur (teșituri, racordări, aplatisări etc.). Aceste suprafețe pot solicita, în multe cazuri, operații separate, dar realizarea lor nu conduce la modificarea traseului tehnologic principal al reperului.

Criteriul material și tratamente termice (criteriul 6).

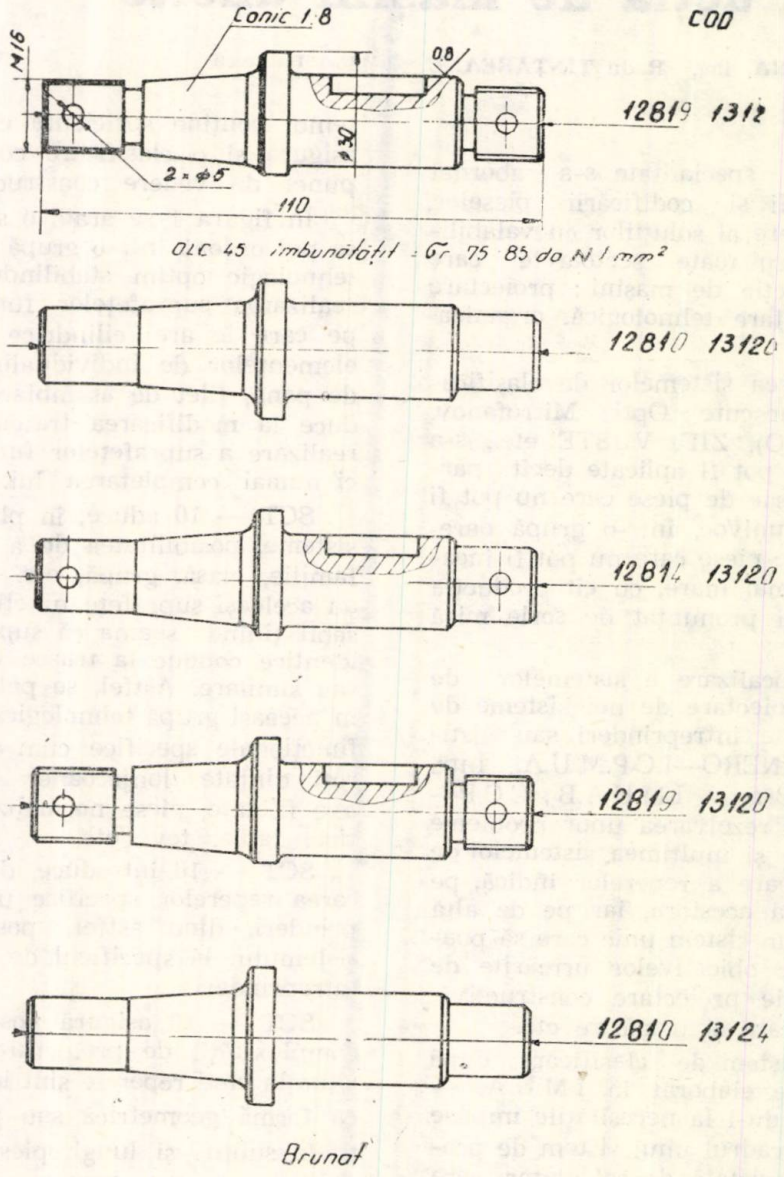


Fig. 1 Exemplu de codificare (cu evidențierea elementelor secundare).

Traseul tehnologic principal al unor repere chiar și în cazul cînd au același rol funcțional, poate diferi structural, în funcție de calitatea materialului și tratamentul termic solicitat de material.

Criteriul de complexitate (criteriul 7). Gradul de complexitate este stabilit în legătură cu precizia, rugozitatea piesei și în funcție de un factor nou-neîntîlnit în alte sisteme, și anume categoria de încadrare a operației celei mai complexe de executat în prelucrare.

Criteriul de dimensiuni (criteriul 8 și 9). Punerea în evidență a dimensiunilor pieselor

Pentru fiecare grupă și subgrupă tehnologică, se proiectează traseul tehnologic principal optim. Cu restul criteriilor : 4, 5, 7 se poate defini un reper concret din grupa tehnologică și se poate elabora procesul tehnologic corespunzător.

Avantaje și perspective

Uniformitatea soluțiilor tehnologice în cadrul pieselor similare sau identice, aplicarea variantei tehnologice optime în producția de serie mică și unicate sînt cerințe de prim or-

SISTEMUL DE CLASIFICARE TEHNOLOGICĂ a pieselor, subansamblelor și ansamblelor de mașini SCT. 10

Tabelul 1

	CRITERIUL I	CRITERIUL II	CRITERIUL III	CRITERIUL IV	CRITERIUL V	VI	VII	col VIII - IX	X
	FORMA GEOMETRICĂ GENERALĂ	FORMA FUNCȚIONALĂ PRINCIPALĂ	DETALII DE FORMĂ EXTERIOARĂ	DETALII DE FORMĂ INTERIOARĂ	DETALII DE PRELUCRĂRI SECUNDARE	CALITATEA MATERIALULUI ȘI TRATAMENTE TERMICE	COMPLEXITATEA PIESELOR	DIMENSIUNI	PRELUCRĂRI SPECIALE
1	Piese de revoluție pline sau cu gaură axială nestrăpunsă	Piese de revoluție pline sau cu gaură axială străpunsă TABELA 2	Piese de revoluție pline sau cu gaură axială străpunsă și piese cu dantură	Piese de revoluție pline sau cu gaură axială nestrăpunsă	Piese de revoluție pline sau cu gaură axială străpunsă și piese cu dantură			Piese de revoluție pline sau cu gaură axială străpunsă și piese cu dantură	
2	Piese de revoluție cu gaură axială străpunsă			Piese de revoluție cu gaură axială străpunsă					
3	Piese cu dantură	Piese cu dantură TABELA 2		Piese cu dantură					
4	Piese bloc comportimentate	Piese bloc comportimentate TABELA 2	Piese bloc comportimentate și piese monobloc	Piese bloc comportimentate și piese monobloc	Piese bloc comportimentate și piese monobloc			Piese bloc comportimentate piese bloc și piese Subțiri	
5	Piese monobloc	Piese monobloc TABELA 2							
6	Piese subțiri sau tablă grosime ≤ 5	Piese subțiri sau tablă TABELA 2	Piese subțiri sau tablă TABELA 3	Piese subțiri sau tablă	Piese subțiri sau tablă				
7	Piese elastice	Piese elastice TABELA 2	Piese elastice	Piese elastice	Nu are			Piese elastice în funcție de forma piesei	
8	Piese cu grad mărit de dificultate	TABELA 2							
9	Ansamble și subansamble								

care nu sînt de revoluție se face, ca și la piesele de revoluție, prin două dimensiuni în ordinea mărimii lor, acestea fiind suficiente pentru determinarea gabaritului utilajelor pe care urmează să se prelucreze.

Criteriul prelucrării speciale (criteriul 10). Este introdus în scopul indicării operațiilor de deformare plastică, acoperiri metalice etc.

Criteriile care stau la baza defalcării familiilor de repere în clase și, în special, în grupe tehnologice sînt (pentru clase) criteriile 1, 2, 3, iar pentru grupe tehnologice criteriile 1, 2, 3 plus criteriile 6, 8, 9.

din în mărirea productivității muncii, ridicarea calității și pentru organizarea științifică a producției.

Sistemul de clasificare și codificare SCT — 10, prin criteriile de selectare care au fost orientate numai spre proiectare tehnologică, reprezintă un instrument de investigație și exploatare, ușor de aplicat și la alte întreprinderi cu specific asemănător.

Procesele tehnologice tip, elaborate pentru grupele tehnologice definite de SCT—10, permit proiectarea algoritmilor pentru sistemele de proiectare tehnologică asistată de calculator, singura cale care permite realizarea unei calități și a unei productivități comparabile cu cele atinse în cazul producției de serie mare.

Cheia criteriului II : forma funcţională principală

Tabelul 2

Nr. crt.	Piese de revoluţie pline sau cu gaură străpunsă	Piese cu dantură		Piese bloc compartimentate		Piese monobloc		Piese subţiri şi din tablă grosime max. 5 mm	Piese elastice
0	Normalizate şi de asamblare prin filet	Cu dantură cilindrică exterioară		Compartimentate deschise fără alezaje		Normalizate şi piese de asamblare prin filet din circuite hidraulice		Cu suprafaţă plană	Arcuri lamelare
1	Cu suprafeţe cilindrice	Cu dantură cilindrică interioară		Compartimentate deschise cu alezaje		PIESE DIN PROFIL LAMINATE	Prismatice uniforme-plate sau în trepte	Cu margini reborduite (îndoite, colţuri rotunjite şi sudate)	Arcuri elicoidale de comprimare
2	Cu supraf. intercalate (de revoluţie, prismatice, discontinue)	Cu dantură cilindrică exterior+interior	MONOCOMPARTIMENTATE	Fără alezaje şi ghidaje de conducere			Bloc compus : prismatic cilindric conic etc.	Cu suprafaţa îndoită după o direcţie	Arcuri elicoidale de tracţiune
3	Roţi de curea şi roţi de acţionare manuală	Cu mai multe trepte de danturi		Cu ghidaje de conducere			Bloc, contur deformat	Cu suprafaţa îndoită după direcţii paralele	Arcuri de răsucire
4	Cu ax deviat (frînt, curb etc.)	Cu dantură conică dreaptă		Cu alezaje			Contur complex ramificat, sudat	Cu suprafaţa înclinată după direcţii paralele şi perpendiculare	Arcuri disc (taler)
5	Cu axe multiple (paralele, perpendiculare etc.)	Cu dantură conică curbă		Cu alezaje şi ghidaje de conducere			Profile laminate (L, U, T, Z) şi ţevi cu secţiune poligonală	Cu suprafaţa îndoită după direcţii diferite	Arcuri inelare de sîrmă
6	Cu profile de acţionare (came)	Cu dantură melcată	POLICOMPARTIMENTATE	Fără alezaje şi ghidaje de conducere			Lungi $L_1/L_2 > 10$ laminate sau turnate	Cu suprafaţa roluită cilindric sau conic	Arcuri inelare din bandă
7	Cu filet de mişcare	Cu dantură frontală		Cu ghidaje de conducere		PIESE TURNATE-FORJATE	Bloc compact profil prismatic	Cu suprafaţă complexă plan, cilindric, curb-profilată	Bare de torsiune
8	Cu caneluri sau canale de ghidare	Cremaliere (cu profil cilindric sau poligonal)		Cu alezaje			Bloc compus prismatic, cilindric, conic etc.	Umpleturi	Piese arc de alte forme
9	Ţevi	Cu alte tipuri de dantură (de lanţ, de curea)		Cu alezaje şi ghidaje de conducere			Bloc complex (ramificat)	Subansamble sudate	Alte piese elastice

BIBLIOGRAFIE

[1] *Antonescu, N.N., ş.a.:* Maşini-unelte şi prelucrări prin aşchiere. Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1972.

[2] *Cocora, O., ş.a.:* Clasificarea şi codificarea tehnologică a pieselor în pregătirea de fabricaţie. Ed. O.D.P.T., Bucureşti, 1970.

[3] *Mitrofanov, S.P.:* Tehnologia de grup în construcţia de maşini. Ed. Tehnică, Bucureşti, 1962.

[4] *Drăghici, G.:* Bazele teoretice ale proiectării proceselor tehnologice în construcţia de maşini. Ed. Tehnică, Bucureşti, 1971.

[5] *Popovici, C., ş.a.:* Tehnologia construcţiei de maşini. Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1967.

[6] *Picoş, C.:* Tehnologia construcţiei de maşini. Ed. Didactică şi Pedagogică. Bucureşti, 1974.

CZ : 681.3.004.14 : 519.682 : 621.835

Proiectarea procesului tehnologic de prelucrare pe strung frontal semiautomat de conturare cu ajutorul calculatorului electronic. PROACAMA — sistem de proiectare automată a camelor de comandă

Ing. Ferenc **LÄSZLO**, mat, Isarlă **BRĂTFĂLEAN**, mat Cecilia **VAIDA** – Întreprinderea „Unirea" Cluj-Napoca

Generalităţi

Strungurile frontale semiautomate de conturare sînt recunoscute ca utilajele cele mai adecvate pentru generarea pieselor de revoluţie, cu contur complex şi de precizie ridicată. Primele maşini de acest fel au fost livrate de firma elveţiană KUMMER (fig. 1) urmînd ca-în urma lansării de către „Metalotehnica" Tg. Mureş a familiei de maşini AU.11 — să se răspîndească în multe întreprinderi constructoare de maşini şi aparate din ţară.

Deşi acest tip de maşină excelează prin productivitate, precizie şi fiabilitate-ridicate şi servire uşoară — pregătirea procesului tehnologic, proiectarea şi execuţia camelor de comandă reclamă foarte mult timp. Astfel, utilizarea maşinii este recomandată la serii de fabricaţie mari şi foarte mari.

În condiţiile conjuncturii economice actuale, cînd — în urma diversificării produselor — seriile de fabricaţie scad, rentabilizarea prelucrării pe astfel de maşini este posibilă numai prin reducerea considerabilă a duratei pregătirii tehnologice. Aceasta, de altfel, are o influenţă favorabilă şi asupra reducerii duratei de asimilare a produselor noi.

Sistemul PROACAMA — proiectat şi experimentat în Intreprinderea „Unirea" Cluj-Napoca satisface cu succes aceste cerinţe, reduce durata proiectării şi execuţiei camelor de comandă de circa 15 ori, asigurîndu-le totodată şi calitate superioară.

Descrierea sistemului

Generarea suprafeţelor pe strung frontal de conturare se realizează de unul sau mai multe cuţite, a căror mişcare este comandată

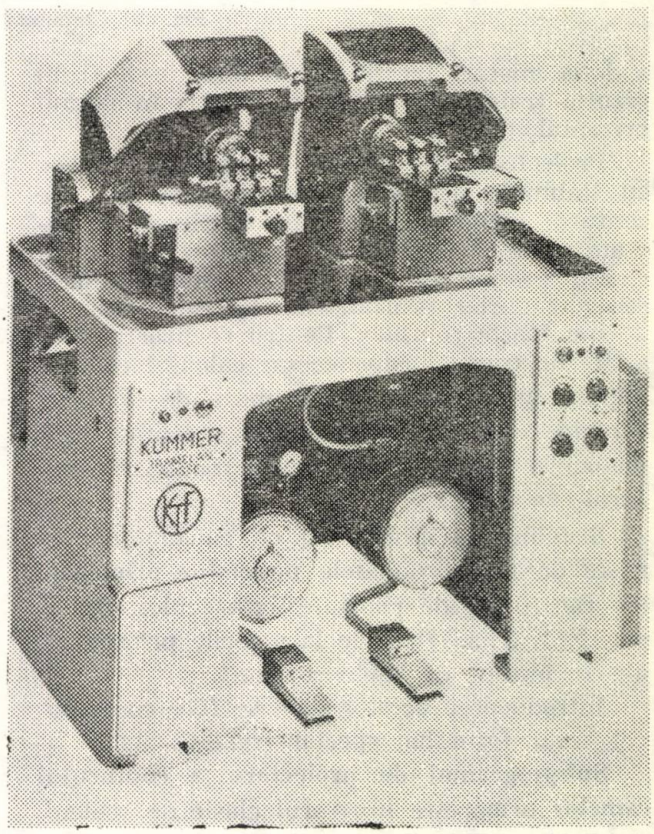


Fig. 1 Strung frontal semiautomat de conturare.

cu ajutorul a două came. O camă acționează asupra suportului transversal, iar cealaltă asupra celui longitudinal. Astfel din suprapunerea

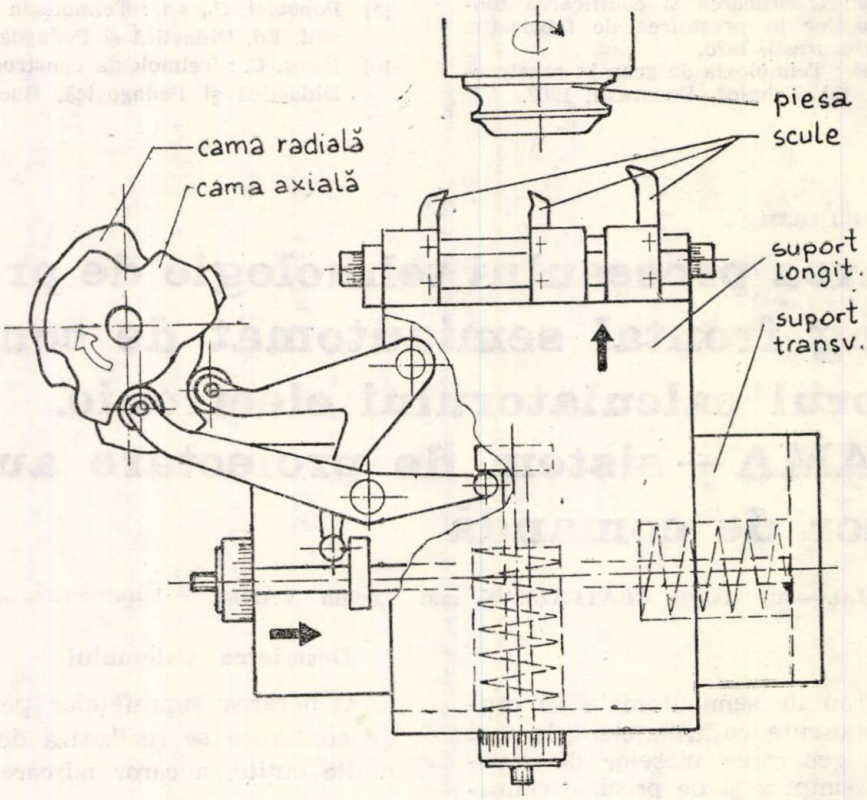


Fig. 2 Comanda mișcării sculelor.

a două mișcări rectilinii (în direcția X și Y) rezultă traiectoria sculei (sculelor) în planul orizontal (fig. 2).

Proiectarea procesului tehnologic începe cu stabilirea acestei traiectorii, generate de conturul piesei (fig. 3). Întrucît piesele prelucrate pe aceste mașini — în general — au un contur compus din porțiuni drepte, circulare, sau alte curbe, profilul camelor de comandă devine foarte complex. Pentru realizarea unui astfel de contur, este necesar calculul coordonatelor unui număr foarte mare de puncte, care în condițiile proiectării și execuției după metodele clasice, ar reclama o manoperă exagerat de mare.

Sistemul de proiectare cu calculator pornește de la coordonatele **punctelor principale** (de racordare) de pe traiectoria sculei (fig. 3, pct. 0, 1, 2 ... 17) și de la valorile prezumtive ale regimului de așchiere dorit.

Introducerea acestor date se face cu ajutorul unui formular special (fig. 4).

Subprogramul de proiectare a conturului camelor urmărește itinerarul clasic de calcul, stabilește unghiurile neproductive pentru curse rapide și cele productive pentru curse de lucru, împarte porțiunile din traiectoria sculei, în funcție de numărul gradelor rezultate și calculează raza camelor aferente fiecărui punct din traiectoria sculei. Coordonata X a unui punct de pe traiectorie va determina raza

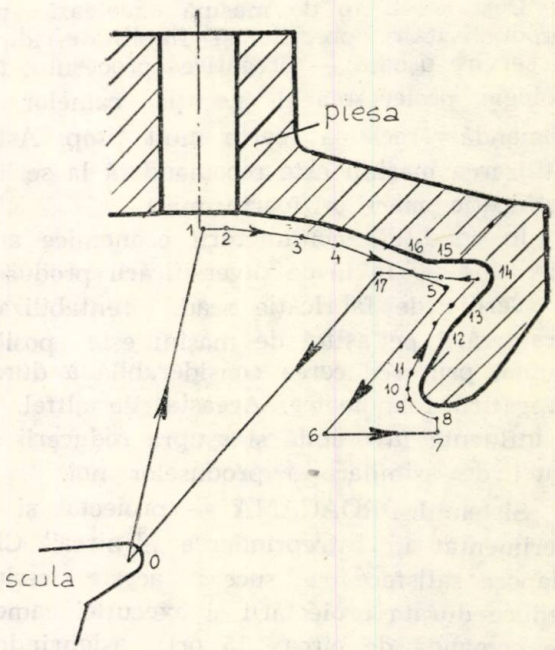


Fig. 3 Traiectoria sculei.

camei de comandă a suportului transversal, iar coordonata Y pe cea a suportului longitudinal.

Întrucît, pentru asigurarea preciziei conturului camelor, este necesară execuția acestora pe mașina de frezat cu comandă nume-

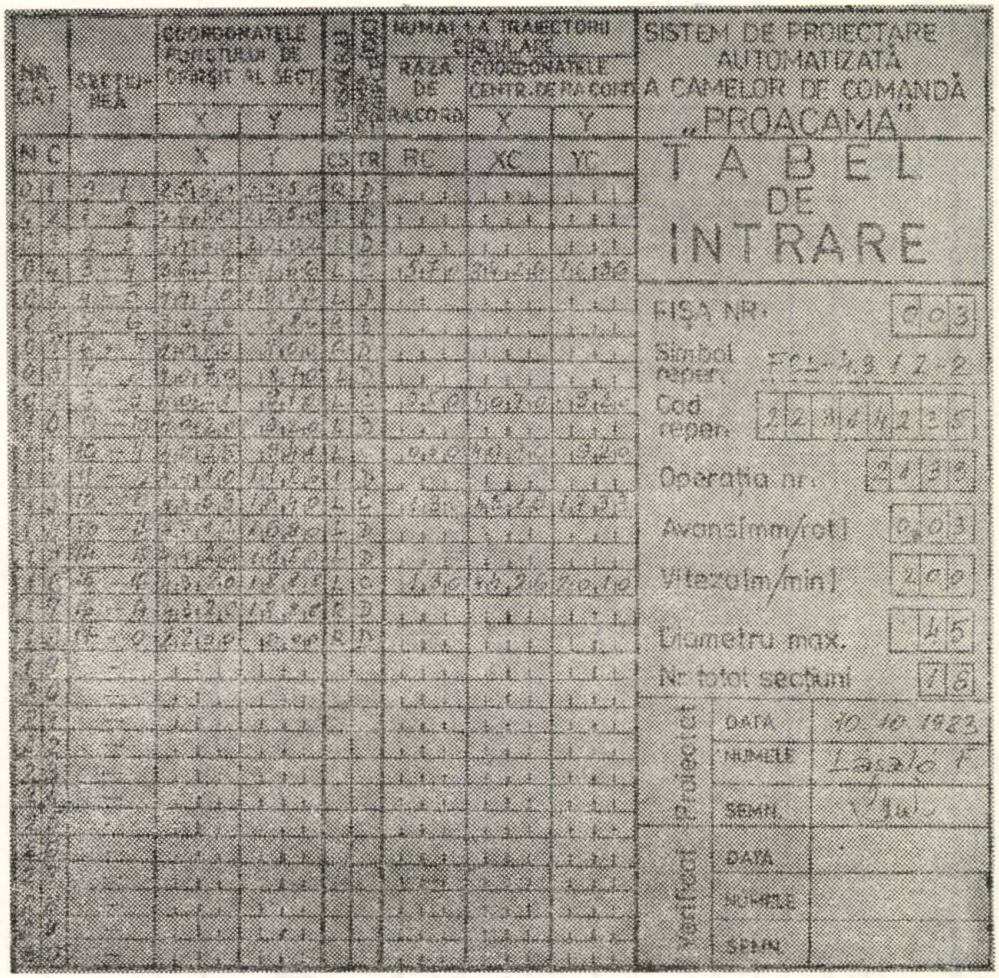


Fig. 4 Formular pentru introducerea datelor.

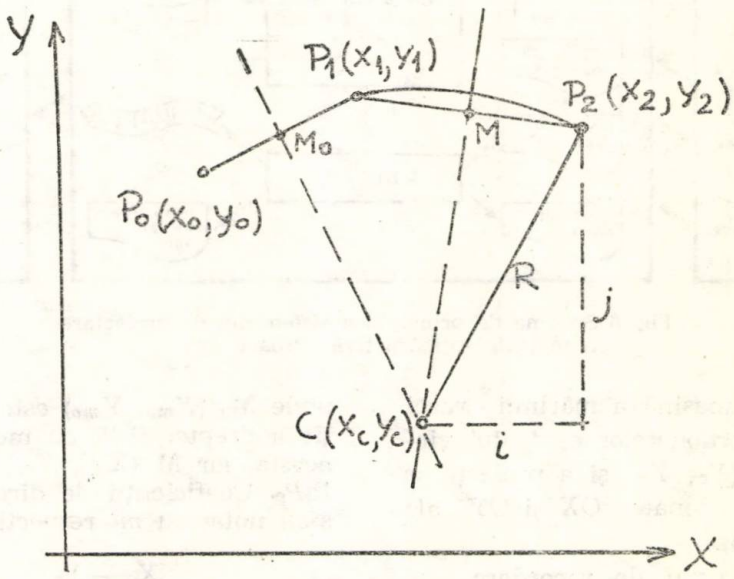


Fig. 5

rică de conturare (C.N.C.), subprogramul determină și datele pentru interpolare circulară.

Astfel, pentru legarea printr-un arc de cerc a două puncte constructive P_1 (X_1, Y_1) și P_2 (X_2, Y_2) de pe conturul camei, este necesară comunicarea cu mașină a mărimii razei de racordare R, a coordonatelor centrului virtual de racordare C (X_c, Y_c) și a proiecțiilor i și j pe axele de coordonate OX și OY ale secțiunii $\overline{CP_2}$ (fig. 5).

Determinarea centrului de racordare se face prin intersecția mediatoarelor ridicate pe dreptele $\overline{P_0, P_1}$ și $\overline{P_1, P_2}$. (P_0 este punctul premergător punctului P_1)

$$\left.\begin{aligned} Y = Y_{mo} = m_0'(X - X_{mo}) \\ Y - Y_m = m'(X - X_m) \end{aligned}\right\} \rightarrow \begin{aligned} X_c &= X \\ Y_c &= Y \end{aligned}$$

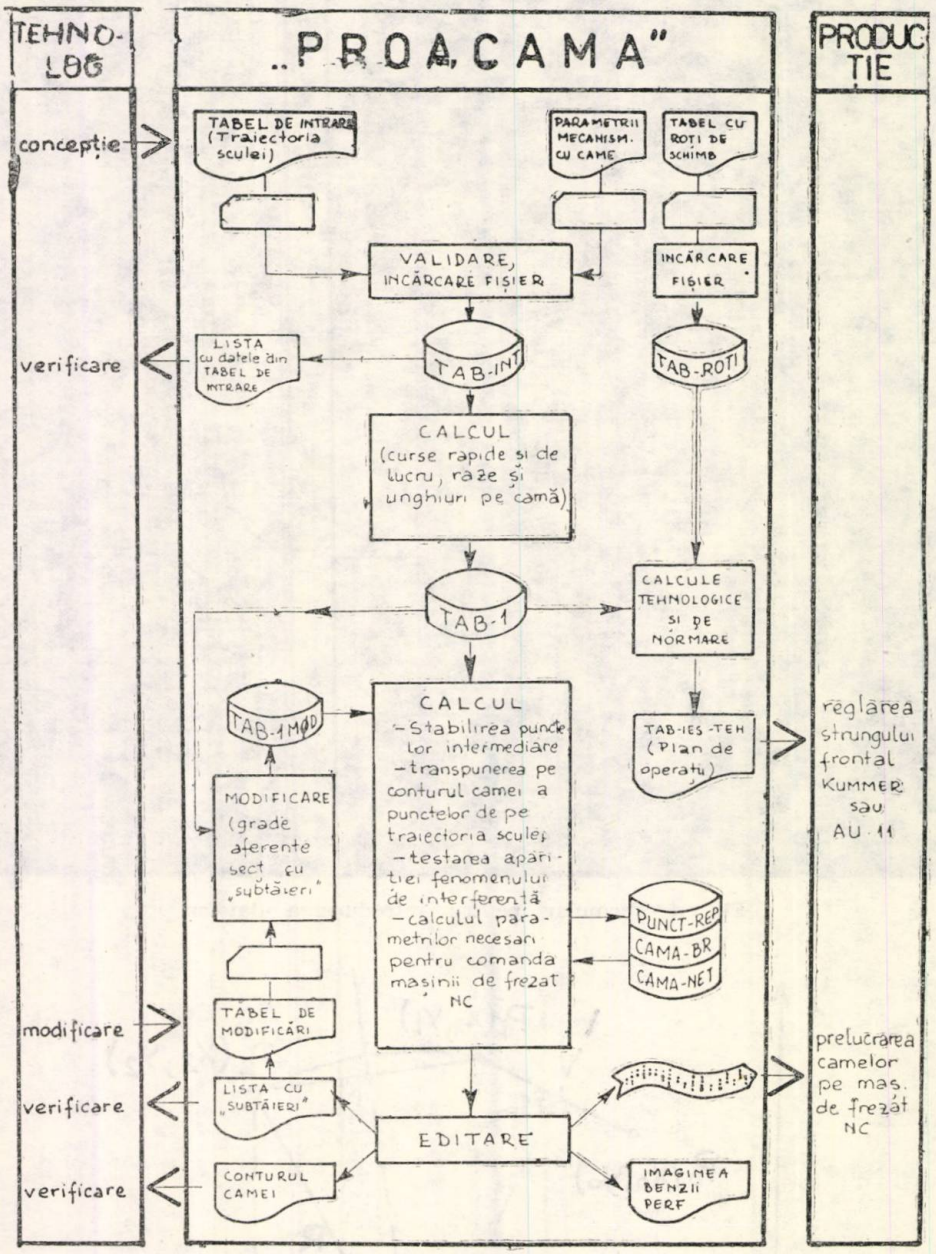


Fig. 6 Schema de principiu a sistemului de proiectare tehnologică-constructivă „Proacama".

unde M_0 (X_{mo}, Y_{mo}) este punctul de intersecție a dreptei P_0P_1 cu mediatoarea ridicată pe acesta, iar M (X_m, Y_m) cel similar dreptei P_1P_2. Coeficienții de direcție ai mediatoarelor s-au notat cu m_0 respectiv m' și au valorile :

$$m_0 = \frac{X_0 - X_1}{Y_0 - Y_1}; \quad m' = \frac{X_1 - X_2}{Y_1 - Y_2}$$

Tabelul 1

F I Ş A: 003 **REPERUL: FCL—4.3.1.2—2** **OPERAŢIA: 2133**

Nr. rot. necesare:	1036.00000	**VITEZA MAX.:**	193.83813
Tur. ax. princ.:	1369.78955	**Roţi de schimb turaţie:**	
Tur. ax. camă:	0.98181	**ZA** = 52.00000	**ZB** = 20.00000
Avans efect.:	0.02981	**DP1** 77.00000	**DR2** = 95.00000
Nr. rot. efect.:	1042.49193		
Timp mas. cursă lucru:	61.11113	**Roţi de schimb avans:**	
Tur. mot.:	650.00000	**Z1** = 50.00000	**Z2** = 55.00000

Nr. crt.	Secţiunea		Cursa	Curse după axe		Grade productive	Grade neproductive	Unghiuri pe came		Raza camelor la sfîrşitul secţiunii	
	Punct de început	Punct de sfîrşit		X	Y			de la	Pînă la	Cama radială	Cama axială
1		1	R	3.500	22.500		38		38	45.500	65.000
2	1	2	L	1.000	—0.000	9		38	47	46.500	65.000
3	2	3	L	8.090	—0.480	70		47	117	54.590	64.030
4	3	4	L	1.660	—0.360	14		117	131	56.250	63.310
5	4	5	L	7.830	—2.830	68		131	199	64.090	57.630
6	5	6	R	—13.330	—11.010		14	199	213	50.750	35.600
7	6	7	R	9.940	0.200		11	213	224	60.690	36.000
8	7	8	L	0.000	0.690	6		224	230	60.690	37.390
9	8	9	L	—0.490	0.390	5		230	235	60.200	38.190
10	9	10	L	0.000	0.100	1		235	236	60.190	38.390
11	10	11	L	0.050	0.210	2		236	238	60.250	38.820
12	11	12	L	3.840	8.440	73		238	311	64.090	55.710
13	12	13	L	0.430	0.540	5		311	316	64.520	56.790
14	13	14	L	0.580	0.390	5		316	321	65.110	57.590
15	14	15	L	—0.860	0.000	7		321	328	64.250	57.590
16	15	16	L	—0.460	0.080	4		328	332	63.790	57.750
17	16	17	R	—0.590	0.000		7	332	339	63.190	57.750
18	17	18	R	—21.190	—18.870		21	339	360	42.000	20.000

Valorile lui i, j şi R se obţin cu relaţiile :

$$i = |X_2 - X_c|; \quad j = |Y_2 - Y_c|;$$

$$R = \left| \sqrt{(X_c - X_2)^2 + (Y_C - Y_2)^2} \right|$$

Aceste valori se trec pe o bandă perforată ce poate fi introdusă direct în maşina de frezat C.N.C.

Pentru evitarea modificării conturului la frezare — în urma apariţiei fenomenului de interferenţă, sistemul conţine şi un subprogram de atenţionare şi de corecţie a eventualelor „subtăieri" (fig. 6).

Subprogramul de calcule tehnologice conţine determinarea curselor după axele de coordonate, calculul regimului de aşchiere efectiv, alegerea roţilor de schimb aferente turaţiei şi avansului calculat, precum şi stabilirea normei de timp. Aceste date se editează sub formă de plan de operaţii (tab. 1).

Concluzii

— proiectarea cu calculator a procesului tehnologic de prelucrare pe strung frontal tip KUMMER, AU-11, sau SFP 80 permite utilizarea rentabilă a acestora şi în cazul seriilor de fabricaţie de cîteva sute de bucăţi;

— calculele precise de proiectare a camelor, precum şi execuţia pe maşină C.N.C. asigură o calitate superioară atît a camelor, cît şi a pieselor prelucrate pe maşini comandate de acestea;

— sistemul PROACAMA prezintă şi avantajul că prin schimbarea parametrilor mecanismului cu came (lungimea braţului oscilant raza rolei culegătoare, raza cercului, de basculare, raza minimă şi maximă a camei) poate fi folosit la proiectarea oricăror came plane, avînd culegător oscilant. Astfel sistemul poate proiecta şi camele de comandă ale strungurilor automate, monoax tip SARO, SKODA, TAREX, etc.

M I C M — I C T C.M.
OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ
pentru
INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
71102 Calea Victoriei 133, s. I, București, OP 22
tel 50.31.30

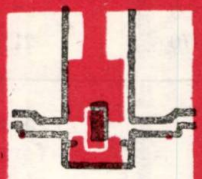
UN SPRIJIN PREȚIOS

in activitatea dv. obțineți prin informațiile difuzate de O.I.D pentru industria construcțiilor de mașini

pentru TURNĂTORI

pentru TRATAMENTIȘTI

pentru FORJORI MATRIȚERI



pentru STRUNGARI FREZORI

pentru SUDORI

- noutăți, descrieri privind progresul tehnic în lume
- sinteze asupra nivelului tehnic mondial, a tendințelor tehnologice și de conjunctură
- cataloage de produse
- cataloage de fișe tehnice de autoutilări, SDV-uri, mecanizări, automatizări, tehnologii noi realizate în țara noastră
- tipizări, standarde
- Invenții, inovații
- schimb de experiență
- protecția muncii, protecția contra incendiilor, protecția mediului

Găsiti soluții tehnice eficiente pentru reducerea consumurilor de materiale și de energie, posibilitati de creștere a productivitatii muncii, informații pentru elaborarea prognozelor și determinarea perspectivelor.

COMPARTIMENTUL DE DIFUZARE
74209 str. Hameiului 5, s. III, București, OP 4
tel. 21.65.27, 22.29.98

balkancarpodem

BALKANCARPODEM

MECANIZAREA PRODUCŢIEI, MECANIZAREA DEPOZITELOR DE MĂRFURI

EXPORT, IMPORT, SERVICE PENTRU PALANE, PODURI RULANTE, MACARALE ŞI CĂRUCIOARE ELEVATOARE, INSTALAŢII DE RIDICAT, UTILAJE ŞI SISTEME MECANIZATE DE MANIPULARE A MĂRFURILOR ; ECHIPAMENT PENTRU FABRICAREA ACESTORA ŞI A PIESELOR DE SCHIMB, REEXPORT ŞI ALTE OPERAŢII SPECIFICE, LICENŢE, BREVETE, KNOW-HOW ETC. ENGINEERING ŞI CONSULTING : CERCETĂRI, ELABORĂRI DE PROIECTE, LIVRARE, MONTAJ ŞI PUNERE ÎN FUNCŢIUNE, TEHNOLOGII, ECHIPAMENTE, LINII DE FABRICAŢIE ŞI SISTEME DE MAŞINI, MAŞINI SEPARATE, PIESE DE SCHIMB, ASISTENŢĂ TEHNICĂ ÎN URMĂTOARELE DOMENII : CONSTRUCŢIA DE PALANE ŞI DE MACARALE, FABRICAŢIA UTILAJELOR DE MANIPULARE ELEVATOARE ŞI SISTEME MECANIZATE, ANTREPOZITE, STRUCTURI METALICE ŞI ATELIERE DESTINATE PRODUCŢIEI.

PODEM — TOTDEAUNA — PESTE TOT — PENTRU TOT !

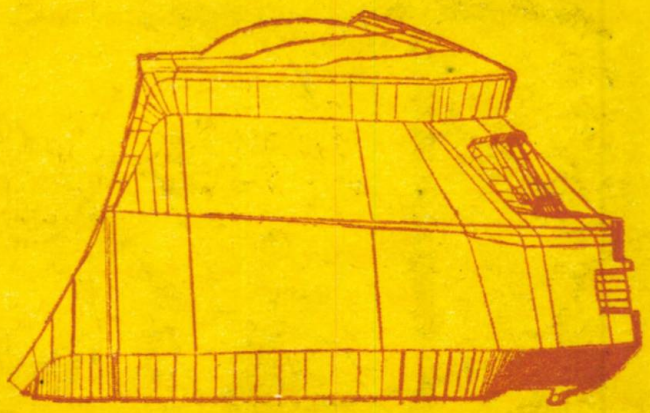
Exportator :
BALKANCARPODEM
Bulgaria, 1040 Sofia, Bd. Kliment Ohridski nr. 48
Telefon : 655—01 ; Telex : 22665
Telegrame : BALKANCARPODEM — Sofia
Informaţii privind posibilităţile de livrare se pot obţine la
MECANOEXPORTIMPORT
Consultaţii tehnice :
Biroul tehnic şi comercial Balkancar
Bucureşti, str. Galaţi nr. 32
Telefon : 11.91.62

PUBLICOM

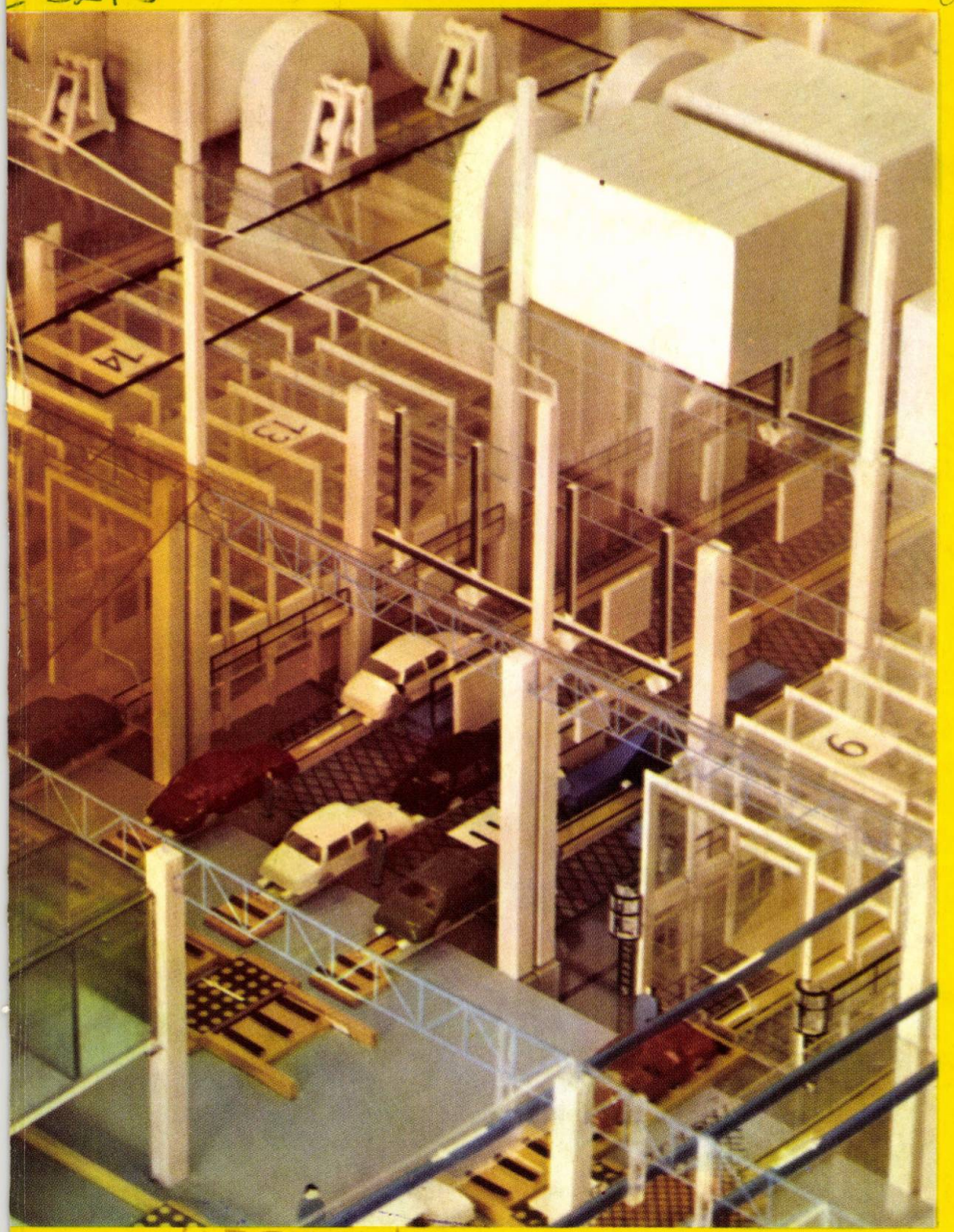
1985 JUN 2 0

ICTCM EFECTUEAZĂ:

● Studiul problemelor tehnologice individuale sau legate de realizarea unui anumit produs ; ● Elaborarea de procedee tehnologice noi sau dezvoltarea şi îmbunătăţirea unor tehnologii existente ; ● Experimentarea în laborator şi în producţie a procedeelor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de execuţie pentru liniile, maşinile, dispozitivele sau sculele necesare aplicării tehnologiilor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de utilare tehnologică a secţiilor sau atelierelor în care se vor realiza tehnologiile respective ; ● Construcţia în ateliere proprii a utilajelor proiectate ; ● Execuţia de prototipuri de maşini şi dispozitive şi experimentarea acestora în vederea introducerii lor în fabricaţia de serie ; ● Elaborarea de metode de măsură şi control interoperaţii şi final, proiectarea şi executarea utilajelor necesare controlului şi sortării cu diferite grade de automatizare ; ● Proiectarea şi executarea de bancuri de probă pentru studii de laborator şi fabricaţia de serie ; ● Organizarea fabricaţiei, transportului intern şi depozitării în secţiile şi atelierele destinate aplicării noilor tehnologii, planificarea şi urmărirea producţiei ; ● Elaborarea de sisteme pentru automatizarea pregătirii tehnologiei precum şi pentru planificare, lansare şi urmărire cu ajutorul calculatorului electronic ; ● Acordarea de asistenţă tehnică pentru aplicarea procedeelor tehnologice elaborate şi pentru punerea în funcţiune a utilajelor proiectate şi executate ; ● Acordarea de licenţe, know-how şi punerea la dispoziţie a documentaţiei de execuţie pentru lucrările executate de institut.



3279
04
Gép. I. R.



- MECANICĂ FINĂ
- ACŢIONĂRI HIDRAULICE

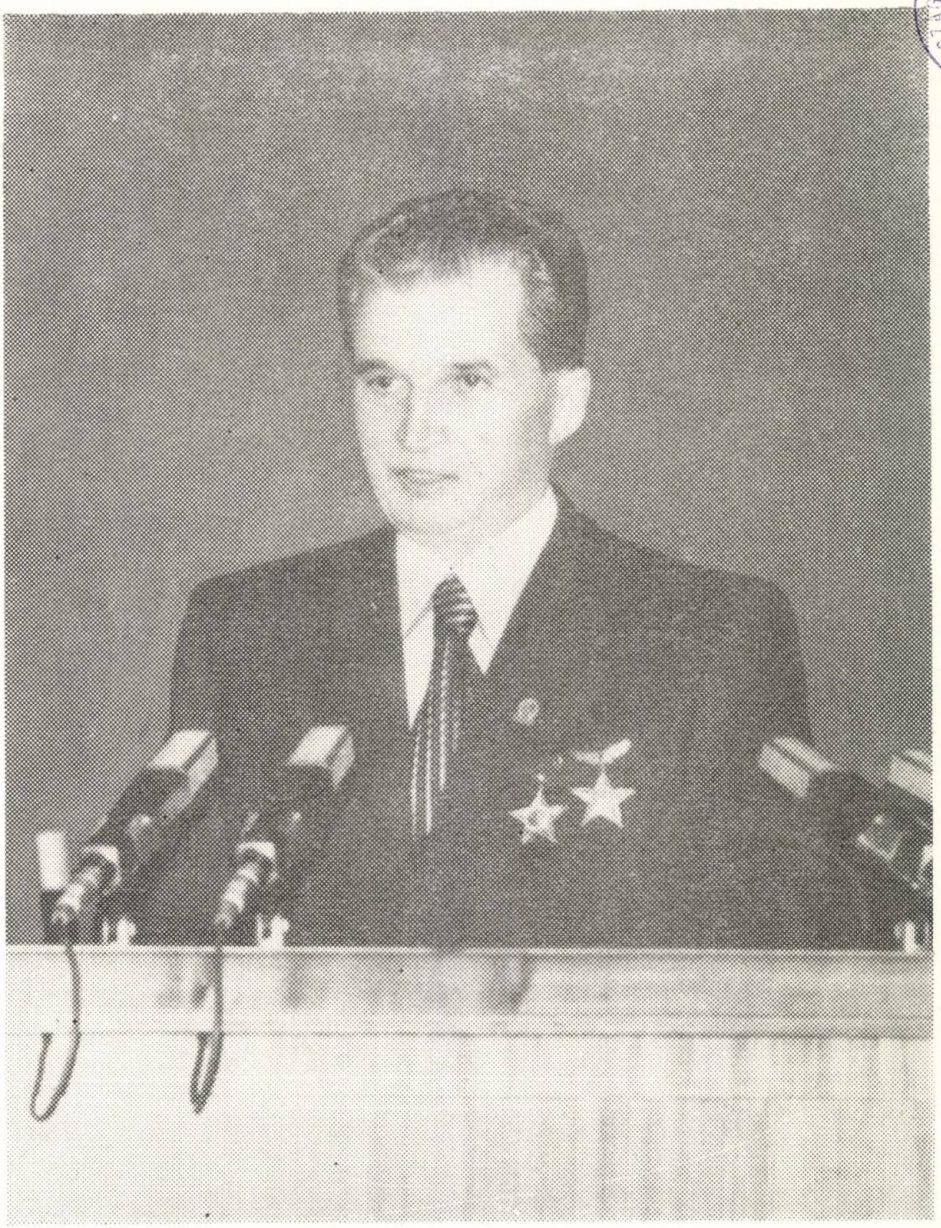
REFERALVA

CONSTRUCŢIA DE MAŞINI

12

BUCUREŞTI ■ XXXVI ■ DECEMBRIE ■ 1984

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883



„Un rol hotărîtor revine cercetării științifice în direcția ridicării eficienței activității în investiții, promovării unor tehnologii cu consumuri materiale și energetice reduse. Prin introducerea unor noi tehnologii va trebui să crească gradul de valorificare a materiilor prime, materialelor, combustibililor și energiei cu circa 70 la sută față de nivelul anului 1980.

Cercetarea științifică trebuie să realizeze noi materiale și noi sortimente superioare de metale, mase plastice, fibre și alte produse diverse, materiale electronice noi și altele. O atenție deosebită va trebui acordată electronicii și microelectronicii, realizării de noi mașini și motoare cu un consum redus de combustibili și carburanți".

(Din Raportul prezentat la Congresul al XIII-lea al P.C.R.)

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXVI, nr. 12 decembrie 1984

CUPRINS

Mecanică fină

DEMIAN, TR., PASCU, A. : **Lagăre radiale bazate pe tensiunea superficială a lichidelor** 657

DEMIAN, TR., PASCU, A., POSTELNICU, VL. : **Construcția și calculul lagărelor autoportante plane, cu canale spirale, pentru aparate** 662

DUMITRESCU, N : **Metodă și aparat pentru evaluarea rugozității și capacității portante a suprafețelor** 665

IONESCU-MUSCEL, SILVIA, CRĂCIUN, MARCELA : **Modelarea procesului de transport al filmului de către mecanismul cu grifă** 666

DEMIAN, TR., GRECU, E. : **Considerații privind sistemele de blocare utilizate în echipamentele periferice** 670

MICU, C. A., CURIȚA, I. : **Influența parametrilor geometrici ai căilor de rulare asupra capacității de încărcare dinamice de bază a rulmenților cu bile** 675

HELER, A. : **Posibilitatea realizării unor manometre cu burduf și traductor Hall de deplasare liniară, pentru măsurarea, înregistrarea și reglarea presiunii fluidelor** 678

IONESCU-MUSCEL, SILVIA, NĂSTASE, V. : **Metodă și stand pentru verificarea obturatoarelor foto, centrale** 682

Acționări hidraulice

NICOLAU, I., **Acționări hidraulice pentru turbine cu abur** 686

CIOBANU, E., IONESCU, I., CĂLINOIU, C. : **Cercetări privind realizarea unor excitatoare electrohidraulice destinate studiului sistemelor mecanohidraulice de reglare automată** 690

Sumar anual pe probleme 696

Indice alfabetic pe autori 703

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonator științific : As. ing. Valeriu Banu

SUMARE

CZ : 621-233
621.822

Demian, Tr., Pascu, A.: **Lagăre radiale bazate pe tensiunea superficială a lichidelor**

Lucrarea prezintă principiul de lucru și modul de calcul al portanței și rigidității pentru un tip de lagăr neconvențional bazat pe tensiunea superficială a lichidelor. Pe un stand original sînt determinate experimental caracteristicile acestui tip de lagăr, rezultatele fiind comparate cu cele teoretice. Lucrarea examinează lagărele capilare cu inel circular.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 12, 7 fig., 3 ref. bibl.

CZ : 621-233
621.822

Demian, Tr., Pascu, A., Postelnicu, Vl.: **Construcția și calculul lagărelor autoportante plane cu canale spirale, pentru aparate**

În lucrare este prezentat principiul de lucru și soluționarea pe cale analitică și numerică a ecuațiilor ce descriu funcționarea lagărelor cu canale spirale, care au aplicații directe în construcția de aparate. Metoda numerică, deși mai riguroasă este prohibitivă prin timpul de calculator necesitat. Rezultatele analitico-numerice, mai aproximative, rămîn în continuare de un real interes pentru activitatea de proiectare.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 12, 6 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 681.12

Dumitrescu, N.: **Metodă și aparat pentru evaluarea rugozității și capacității portante a suprafețelor**

Cu un aparat special se realizează, cu forțe date, amprente cu un cuțit din diamant cu unghiul diedru de 90^0. Se observă, măsoară, sau fotografiază amprentele cu același aparat, cu microdurimetrul sau un microscop metalografic. Prin măsurare se obțin : înălțimile rugozității, relieful real, distribuția în înălțime a vîrfurilor, caracteristica de plasticitate, coeficientul de umplere, lungimea contactului efectiv, pasul rugozității.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 12, 2 fig., 1 ref. bibl.

CZ : 621-233

Ionescu-Muscel, Silvia, Crăciun, Marcela: **Modelarea procesului de transport al filmului de către mecanismul cu grifa**

În procesul de transport al filmului cinematografic, se produce interacțiunea complexă a două sisteme oscilante: segmentul de film ce se deplasează în canal și mecanismul cu grifă care îl transportă. Se propune un model matematic care să descrie complet dinamica celor două sisteme și se rezolvă modelul pentru mecanismul aparatului de proiecție APT 16—4 (I.O.R.).

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 11, 5 fig., 2 ref. bibl.

CZ : 621-231

Demian, Tr., Grecu, E.: **Considerații privind sistemele de blocare utilizate în echipamentele periferice**

În lucrare sînt date relațiile de calcul precise și aproximative pentru forțele de blocare și deblocare, necesare în mecanismele de indexare cu mișcare de translație și, respectiv momentele de blocare și deblocare din mecanismele de indexare cu mișcare de rotație. Este arătată dependența acestor forțe și momente de elementele geometrice ale mecanismului și de coeficienții de frecare.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 12, 8 fig., 2 ref. bibl.

CZ : 621.822

Micu, C. A.: **Influența parametrilor geometrici ai căilor de rulare asupra capacității de încărcare dinamică de bază a rulmenților cu bile**

În lucrare se expune o metodă de calcul a capacității de încărcare dinamică de bază, ținîndu-se seama că durabilitatea rulmenților este limitată, în general, din cauza fenomenelor oboselii materialelor straturilor superficiale ale elementelor în contact. De asemenea, se analizează influența diferiților parametri asupra valorii capacității de încărcare dinamice de bază.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 12, 4 fig., 10 ref. bibl.

CZ : 681.2 : 531.787

Heler, A.: **Posibilitatea realizării unor manometre cu burduf și traductor HALL de deplasare liniară, pentru măsurarea, înregistrarea și reglarea presiunii fluidelor**

În lucrare se prezintă posibilitatea realizării unor manometre cu burduf și traductor HALL de deplasare liniară, care să poată fi folosite la măsurarea și reglarea presiunii fluidelor Se dau caracteristicile traductorului Hall realizat și rezultatele experimentale obținute. Sînt menționate avantajele realizării și utilizării unor asemenea manometre.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 12, 4 fig., 16 ref. bibl.

CZ : 621-231

Ionescu-Muscel, Silvia, Năstase, V.: **Metoda și stand pentru verificarea obturatoarelor foto centrale**

În lucrare sînt prezentate o metodă optico-electronică și un stand pentru verificarea obturatoarelor foto centrale. Metoda permite măsurarea randamentului optic, a timpului de expunere și a timpului efectiv de expunere. Standul poate fi folosit în atelierele de depanare a aparaturii foto, la măsurarea unor intervale de timp foarte mici.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 12, 4 fig., 1 tab., 5 ref. bibl.

CZ : 621-82

Nicolau, I.: **Acționări hidraulice pentru turbine cu abur**

Articolul prezintă acționările hidraulice ale ventilelor de reglare și de oprire de la o turbină cu abur de 50 MW. La început sînt evidențiate condițiile impuse acestor acționări, apoi este descrisă componența și funcționarea, iar în final sînt expuse rezultatele probelor la care au fost supuse aceste acționări, înainte de livrare.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 12, 6 fig., 4 ref. bibl.

CZ : 621-82

Ciobanu, E., Ionescu, I., Călinoiu, C.: **Realizarea și cercetarea performanțelor unor excitatoare electrohidraulice destinate studiului sistemelor mecanohidraulice de reglare automată.**

Lucrarea descrie modul de cercetare în regim dinamic a unor sisteme mecano-hidraulice folosind excitatoare electrohidraulice, pentru care se prezintă modelul matematic și o variantă de dimensionare prin calcul plecînd de la anumiți parametri cunoscuți. Sînt descrise particularități ale construcției excitatoarelor realizate, în scopul obținerii unor performanțe sporite. Diagramele întocmite pe căi teoretice și experimentale, conținute în lucrare, permit alegerea variantei dimensionale optime a excitatorului electrohidraulic pentru un anume sistem de cercetat.

Construcția de mașini, 36 (1984), nr. 12, 6 fig., 5 ref. bibl.

CONTENTS

DC : 621-233
621.822

Demian, Tr., Pascu, A. : **Journl Bearings Based on the Surface Tension of Liquids**

The paper presents the working principle and the computation manner for the load and stiffness of a non-conventional bearing type based on the surface tension of liquids. The characteristics of this bearing type are experimentally established by means of an original test rig, the results obtained being compared with the theoretical ones. The paper studies capillary bearings with circular ring.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 12, 7 fig., 3 bibl. papers

---

DC : 621-233
621.822

Demian, Tr., Pascu, A., Postelnicu, Vl. : **Design and Analysis of Spirally Grooved Plane Thrust Bearings Used for Various Appliances**

The paper refers to the operating principle and the analytical and numerical treatment of the equations underlying the operation of spirally grooved bearings finding many uses in the manufacture of various appliances. Although more rigorous, the numerical method is a prohibitive one, owing to the computer time needed. The more approximative analytical-numerical results are of real interest for the designing activities.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 12, 6 fig., 5 bibl. papers

---

D.C. : 681.12

Dumitrescu, N. : **Method and Device for Estimating the Surface Roughness and Load-carrying Capacity**

A special device performs indentations with given loads by using a 90^0 dihedral diamond edge. The indentations are studied, measured or either photographed by using the same device, a small hardness tester or a metallographic microscope. The measuring results refer to the roughness depth, real batter. depth peak distribution, plasticity characteristic, space factor, effective contact length and the roughness pitch.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 12, 2 fig., 1 bibl. paper

---

D.C. : 621-231

Ionescu-Muscel, Silvia, Crăciun, Marcela : **Modelling of the Film Transport Process by the Claw Device**

During the cinematographic film transport process, a complex interaction of two oscillating systems takes place: the film segment travelling inside the chute and the claw device conveying it. A mathematical model is submitted describing the dynmics of the two systems, while the model is solved for the APT 16—4 (I.O.R.) projector mechanism.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 11, 5 fig., 2 bibl. papers

---

D.C. : 621.231

Demian, Tr., Grecu, E. : **Considerations into the Locking Systems Used with Peripheral Equipment**

The paper provides both the accurate and approximate computation relations for the locking and unlocking forces necessary for displacement indexing mechanisms and the locking and unlocking moments for rotation indexing mechanisms, respectively. The paper moreover shows the dependence of these forces and moments upon the geometrical elements of the mechanisms and upon the friction coefficients.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 12, 8 fig., 2 bibl. papers

---

D.C. : 621.822

Micu, C.A. : **Influence of the Races Geometrical Parameters upon the Main Dynamic Loading Capacity of Ball Bearings.**

A computation method is submitted for the main dynamic loading capacity, account being taken of the fact that the bearings endurance is generally limited because of the fatigue phenomena manifest by the surface layers of the contact elements. The influence is moreover analysed of the various parameters upon the value of the main dynamic loading capacity.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 12, 4 fig., 10 bibl. papers

---

D.C. : 681.2 : 531.787

Heler, A. : **The Production of Manometers with Pleated Tube and Linear Displacement Hall Transducers for Measuring, Recording and Controlling Fluid Pressure.**

The paper deals with the possibility of producing manometers with pleated tube and linear displacement Hall transducers to be used for measuring, recording and controlling the fluid pressure. The technical characteristics of the Hall transducers are given and the experimental results obtained are described. Advantages resulting from the manufacture and use of such manometers are also mentioned.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 12, 4 fig., 16 bibl. papers

---

D.C. : 621-231

Ionescu-Muscel, Silvia, Năstase, V. : **Testing Method and Stand for Central Photographic Shutters.**

The paper presents an optical-electronic method and a stand for testing central photographic shutters. The method enables the measuring of the optical efficiency, exposure time and real exposure time. The stand can be used within camera service shops for measuring very short time periods.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 12, 4 fig., 1 table, 5 bibl. papers

---

D.C. : 621-82

Nicolau, I. : **Hydraulic Drives for Steam Turbines.**

The article presents the hydraulic drive of the control and stop valves for a 50 MW steam turbine. The beginning makes a presentation of the conditions necessary for these drives, then their structure and operation are described, and finally the results of are given the tests to which these drives were put before their shipping.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 1, 6 fig., 4 bibl. papers

---

D.C. : 621-82

Ciobanu, E., Ionescu, I., Călinoiu, C. : **Production and Research into the Performances of Electrohydraulic Exciters for the Study of Mechano-hydraulic Self-controllers.**

The paper describes the dynamic experiment mode of certain mechano-hydraulic systems using only electrohydraulic exciters, specifyng the mathematical model and a calculation version for their dimensioning starting from certain given parameters. The exciters design characteristics are equally given for obtaining increased performances. The teoretical and experimental diagrams provided by the paper enable the choice of a best dimensional version of the electrohydraulic exciter for a certain system to be studied.

Construcţia de maşini, 36 (1984), No. 12, 6 fig., 5 bibl. papers

SOMMAIRES

CD : 621-233
621.822

Demian, Tr., Pascu, A. : **Paliers radiaux basés sur la tension superficielle des liquides.**

Cet ouvrage présente le principe de travail et le mode de calcul de la portance et de la rigidité pour un type de palier non-conventionnel, basé sur la tension superficielle des liquides. Les caractéristiques de ce type de palier sont déterminées expérimentalement sur un stand original et les résultats sont comparés avec les données théoriques. L'ouvrage examine les paliers capillaires avec anneau circulaire.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 12, 7 fig., 3 réf.

Cd : 621-233
621.822

Demian, Tr., Pascu, A., Postelnicu, Vl. : **Construction et calcul des paliers autoportants plans avec canaux spiraux, pour appareils.**

L'ouvrage présente le principe de travail et la solution, par voie analytique et numérique, des équations décrivant le fonctionnement des paliers à canaux spiraux, ayant des applications directes dans la construction d'appareils. Quoiqu'elle soit plus rigoureuse, la méthode numérique est prohibitive par l'effet du temps de calculatrice requis. Les résultats analytiques—numériques, plus approximatifs, continuent d'offrir un réel intérêt pour l'élaboration des projets.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 12, 6 fig., 5 réf.

Cd : 681.12

Dumitrescu, N. : **Méthode et appareil pour évaluer la rugosité et la capacité portante des surfaces**

On réalise, à l'aide d'un appareil spécial et avec des forces données, des empreintes avec un couteau en diamant avec l'agle dièdre de 90°. On observe, on mesure ou on photographie les empreintes avec l'appareil même, avec le microdurimètre ou bien avec un microscope métallographique. Ces mesures fournissent: les hauteurs de la rugosité, le relief réel, la distribution des pointes en hauteur, la caractéristique de plasticité, le coefficient de remplissage, la longueur du contact effectif, le pas de la rugosité.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 12, 2 fig., 1 réf.

Cd. 621-231

Ionescu-Muscel, Silvia, Crăciun, Marcela : **Modélage du processus de transport du film par le mécanisme à griffe**

Dans le processus de transport du film cinématographique, il y a lieu une interaction complexe de deux systèmes oscillants: le segment de film qui se déplace dans le canal et le mécanisme à griffe qui le transporte. On propose un modèle mathématique susceptible de décrire complètement la dynamique des deux systèmes et de résoudre le modèle pour le mécanisme de l'appareil de projection APT 16—4.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 12, 5 fig., 2 réf.

Cd : 621-231

Demian, Tr., Grecu, E. : **Considerations au sujet des systèmes de blocage utilisés aux équipements périphériques**

L'ouvrage présente les relations de calcul, précises et approximatives, pour les forces de blocage et de déblocage nécessaires aux mécanismes d'indexation à mouvement de translation, ainsi que les moments de blocage et de déblocage des mécanismes d'indexation à mouvement de rotation. On montre la dépendance existant entre ces forces et ces moments, d'une part, et des éléments géométriqeus du mécanisme et les coefficients de frottement, d'autre part.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 12, 8 fig., 2 réf.

Cd : 621.822

Micu, C.A. : **Influence des paramètres géométriques des voies de roulement sur la capacité de chargement dynamique de base des roulements à boulets**

L'ouvrage expose une méthode de calcul de la capacité de chargement dynamique de base, en tenant compte du fait, qu'en général, la durabilité des roulements est limitée à cause des phénomènes de fatique manifestés par les matériaux des couches superficielles des éléments en contact. On analyse également l'influence qu'exercent les différents paramètres sur la valuer de la capacité de chargement dynamique de base.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 12, 4 fig., 10 réf.

Cd : 631.2 : 531.787

Heler, A. : **Possibilité de réaliser des manomètres à soufflet et traducteur HALL de déplacement linéaire, pour mesurer, enregistrer et régler la pression des fluides**

L'ouvrage présente la possibilité de rèaliser des manomètres à soufflet et traducteur HALL de déplacement linéaire, capables de servir à mesurer, à enregistrer et à régler la pression des fluides. On indique les caractéristiques du traducteur HALL réalisé et les résultats expérimentaux obtenus. On mentionne également les avantages qu'offrent la réalisation et l'utilisation de ce genre de manomètres.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 12, 4 fig., 16 réf.

Cd : 621-231

Ionescu-Muscel, Silvia, Năstase, V. : **Méthode et stand pour vérifier les obturateurs photo centraux.**

L'ouvrage présente une méthode optique-électronique et un stand pour vérifier les obturateurs photo contraux. Cette méthode permet de mesurer le rendement optique, le temps d'exposition et le temps d'exposition effectif. Ce stand peut être utilisé dans les ateliers de dépannage de l'appareillage photo, à a la mesure des intervals de temps très brefs.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 12, 4 fig., 1 tabl., 5 réf.

Cd : 621-82

Nicolau, I. : **Actionnements hydrauliques pour turbines à vapeur.**

L'article présente les actionnements hydrauliques des soupapes de réglage et d'arrêt d'une turbine à vapeur de 50 MW. Pour commencer, on met en évidence les conditions imposées à ces actionnements, ensuite on décrit leur composition et leur fonctionnement et, finalment, on reproduit les résultats obtenus lors des essais auxquels ces actionnements ont été soumis avant leur livraison.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 12, 6 fig., 4 réf.

Cd : 621-82

Ciobanu, E., Ionescu, I., Călinoiu, C. : **Réalisation et étude des performances des excitateurs électro-hydrauliques destinés à l'étude des systèmes mécano-hydrauliques de réglage automatique.**

L'ouvrage décrit le mode d'étude en régime dynamique de certains systèmes mécano-hydrauliques en utilisant des excitateurs électro-hydrauliques ; on en présente le modèle mathématique et une variante de dimensionnement par calcul, en partant de certains paramètres connus. On décrit les particularités de la construction des excitateurs réalisés en vue d'obtenir des performances accrues. Les diagrammes, tracés par voie théorique et expérimentale, présentés dans l'ouvrage, permettent de choisir la variante dimensionnelle optimale de l'excitateur électro-hydraulique pour un système bien déterminé à étudier.

Construcţia de maşini, 36 (1984), no. 12, 6 fig., 5 réf.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 621-233
621.822

Demian, Tr., Pascu, A.: **Querlager, die aufgrund der Oberflächenspannung der Flüssigkeiten arbeiten.**

Im Beitrag werden das Arbeitsprinzip und die Berechnungsart der Tragfähigkeit und der Starheit für einen unkonventionellen Lagertyp, der aufgrund der Oberflächenspannung der Flüssigkeiten arbeiten. Auf einem originellen Prüfstand wurden die Kendaten dieses Lagertyps ermittelt und die Ergebnisse mit den theoretischen Resultaten verglichen. Im Beitrag werden die Rundringlager, die aufgrund der Kapilarität arbeiten, untersucht.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 12, 7 Fig., 3 Lit.

DK : 621-233
621.822

Demian, Tr., Pascu, A.: Postelnicu, Vl.: **Über die Konstruktion und die Berechnung der Spiralrillen-Luftlager für den Gerätebau.**

Im Beitrag werden das Arbeitsprinzip und die analytischen und numerischen Lösungen der Gleichungen präsentiert, welche den Betrieb der Spiralrillen-Luftlager mit direkter Anwendung im Gerätebau beschrieben. Die numerische Methode, obwohl genauer, ist durch die erforderte Berechnungszeit prohibitiv. Die annähernden analytisch-numerischen Ergebnisse bleiben weiterhin von realem Interesse für die Planungstätigkeit.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 12, 6 Fig., 5 Lit.

DK : 681.12

Dumitrescu, N.: **Verfahren und Gerät zur Bestimmung der Oberflächenrauhigkeit und tragfähigkeit.**

Mit einem speziellen Gerät werden mit festgestellten Kräften Kontaktabdrücke erzielt mit einem Diamantmesser, dessen Winkel 90° beträgt. Die Kontaktabdrücke werden mit dem selben Gerät. mit einem Härtemesser oder mit einem metallographischen Mikroskop gemessen oder aufgenommen. Die Messung ergibt: die Höhe der Unregelmäßigkeiten, das genauen Profil, die Spitzenverteilung, die Plastizitätskennzahl, den Füllfaktor, die Länge des effektiven Kontakts. den Rauhigkeitsschritt.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 12, 2 Fig., 1 Lit.

DK : 621-231

Ionescu-Muscel, Silvia, Crăciun, Marcela.: **Die Gestaltung des Filmtransportprozesses durch die Greifervorrichtung.**

Im Verlauf des Kinofilmtransports findet eine komplexe gegenseitige Wechselwirkung zwischen zwei Schwingsystemen statt: dem Filmabschnitt, der durch die Laufnute abläuft und der Greifervorrichtung, die den Filmtransport sichert. Es werden ein mathematisches Modell zur vollständigen Berechnung der Dynamik beider Systeme vorgeschlagen und das Modell für die Vorrichtung des von IOR gebauten Filmprojektors APT 16—4 gelöst.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 12, 5 Fig., 2 Lit.

DK : 621-231

Demian, Tr., Grecu, E.: **Einige Betrachtungen über die in den Paripkäriegeräten verwendeten Sperrgetriebe.**

In vorliegendem Beitrag werden die genauen und vereinfachten Berechnungsverfahren für die Sperr — und Entriegelungskräfte, die in den Indexierungsvorrichtungen mit Translationsbewegung erforderlich sind, und bzw. für die Sperr — und Entriegelungsmomente in den Indexierungsvorrichtungen mit umlaufender Bewegung veröffentlicht. Angegeben wird die Abhängigkeit dieser Kräfte und Momente von den geometrichen Elementen der Vorrichtung und von den Reibungskoeffizienten.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 12, 3 Fig., 2 Lit.

DK : 621.822

Micu, C.A.: **Der Einfluß der geometrischen Parameter der Laufbahnen auf die dynamische Tragfähigkeit der Kugellager**

Im Beitrag wird eine Methode zur Berechnung der dynamischen Tragfähigkeit beschrieben unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die Lebensdauer der Lager durch die Werkstoffermüdung in den Oberflächenschichten der Kontaktelemente im allgemeinen begrenzt ist. Analysiert wird desgleichen der verschiedenen Parameter auf den Wert der dynamischen Tragfähigkeit.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 12, 4 Fig., 10 Lit.

DK : 681.2 : 531.787

Heler, A.: **Die Möglichkeit der Druckmessung, — registrierung und — regelung in Flüssigkeiten mit Hilfe von Federbalg-Manometern mit linear bewekten Hallsonden**

Im Beitrag wird die Möglichkeit der praktischen Ausführung von Federbalg-Manometern mit linear bewegten Hallsonden beschrieben, die zur Messung, Registrierung und Regelung des Flüssigkeitsdrucks dienen. Es werden die Kennlinien des Hallgenerators und die ermittelten experimentellen Ergebnisse angegeben. Die Bedeutung und die Vorteile solcher Vorrichtungen werden eingehend besprochen.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 12, 4 Fig., 16 Lit.

DK : 621-231

Ionescu-Muscel, Silvia, Năstase, V.: **Methode und Stand zur Prüfung von zentralen Photoblenden**

Im Beitrag werden eine optisch-electronische Methode und ein Stand zur Prüfung von zentralen Photoblenden beschrieben. Die Methode ermöglicht die Messung der optischen Leistung, der Belichtungszeit und der effektiven Belichtungsdauer. Der Stand kann in Reparaturwerkstätten für Photoapparatur zur Messung sehr kurzer Zeitintervallen verwenden werden.

Construcţia de maşini, 36 (1984), 4 Fig., 1 Tab., 5 Lit.

DK : 621-82

Nicolau, I.: **Hyraulische Antriebe für Dampfturbinen**

Im Beitrag werden die hydraulischen Antriebe der Regel — und Sperrventile einer Dampfturbine von 50 MW beschrieben. Am Anfang werden die für diese Antriebe vorgeschriebenen Bedingung hervorgehoben, anschließend die Zusammensetzung und der Betrieb beschrieben und abschließend die Ergebnisse der, Proben, deren diese Antriebe vor ihrer Lieferung unterzogen wurden, angegeben.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 12, 6 Fig., 4 Lit.

DK : 621-82

Ciobanu, E., Ionescu, I., Călinoiu, C.: **Die Ausführung und die Untersuchung der Leistungen von elektrohydraulischen Erregern, die zum Studium der automatischen mechanisch-hydraulischen Regelsysteme**

Im Beitrag wird die Forschungsart in dynamischem Betrieb von mechanisch-hydraulischen Systemen, die elektrohydraulische Erreger verwenden, beschrieben für die das mathematische Modell und eine rechnerische Dimensionierungsvariante ausgehend von bestimmten bekannten Parametern angegeben werden. Es werden auch die Konstruktionbesonderheiten der gebauten Erreger zur Erzielung höherer Leistungen beschrieben. Die theortisch und experimentell ermittelten Diagrammen, die im Beitrag enthalten sind, ermöglichen die Hahl der optimalen Dimensionierungsvariante des elektrohydraulischen Erregers für ein bestimmtes untersuchtes System.

Construcţia de maşini, 36 (1984), Nr. 12, 6 Fig., 5 Lit.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК : 621—233.621.822

Демян, Тр., Паску, А. : **Радиальные подшипники, основанные на поверхностном напряжении жидкостей**

В работе представлены принцип работы и способ расчета несущей способности и жесткости подшипника специального типа, основанного на поверхностном напряжении жидкостей. На оригинальном стенде экспериментально определяются характеристики этого типа подшипника, а полученные результаты сравняются с теоретическими. В работе описываются капилярные подшипники с круговым кольцом.

Construcţia de maşini

(Машиностроение), 36 (1984), № 12, 7 рис. 3 лит.

ДК : 621—233.621.822

Демян, Тр., Паску, А., Постелнику, Вл. : **Конструкция и расчет плоских самоустанавливающихся подшипников со спиральными канавками для приборов**

В работе представлены принцип работы и решение аналитическим и числовым путем уравнений, описывающих функционирование подшипников со спиральными канавками, которые используются в приборостроении. Числовой метод, хотя является более строгим, не рекомендуется из-за времени, необходимого для Э В М. Аналитическо-числовые результаты, более приблизительные и в дальнейшем представляют реальный интерес для проектирования.

Construcţia de maşini

(Машиностроение), 36 (1984), № 12, 6 рис.

ДК : 681.12

Думитреску, Н. : **Метод и прибор для оценки шероховатости и несущей способности поверхностей**

При помощи специального прибора, данными усилиями, наносятся отпечатки алмазным резцом с диэдровым углом в 90°. Наблюдаются, измеряются или фотографируются отпечатки тем же прибором, микротвердомером или металлографическим микроскопом. Путем измерения получаются : высота шероховатости, реальный рельеф, распределение по высоте вершин, характеристика пластичности, коэффициент наполнения, длина эфективного контакта, шаг шероховатости.

Construcţia de maşini

(Машиностроение), 36 (1984), № 12., 2 рис., 1 лит.

ДК : 621—231

Ионеску-Мусчел, Силвия, Крэчин, Марчела : **Моделирование процесса перемещения кинопленки при помощи грейферного механизма**

В процессе перемещения кинопленки происходит сложное взаимодействие 2 качающихся систем : сегмент кинопленки, перемещающийся по каналу и грейферный механизм, который его перемещает. Предлагается математическая модель, которая полностью описывает динамику двух систем и решает модель для механизма проекционного прибора АРТ 16—4.

Construcţia de maşini

(Машиностроение), 36 (1984), № 11, 5 рис., 2 лит.

ДК : 621—231

Демян, Тр., Греку, Е. : **Соображения по блокировочным системам, используемым в периферийных устройствах**

В работе приведены точные и приблизительные отношения расчета сил блокирования и приблизительные отношения расчета сил блокирования и деблокирования, необходимых для делительных механизмов с трансляционным перемещением, а также для моментов блокирования и деблокирования делительных механизмов с вращательным движением. Представлена зависимость этих сил и моментов от геометрических элементов механизма и коэффициентов трения.

Construcţia de maşini

(Машиностроение), 36 (1984), № 12, 8 рис., 2 лит.

ДК : 621.822

Мику, Ч.А. : **Влияние геометрических параметров дорожки качения на основную способность динамической нагрузки шариковых подшипниках**

В работе описывается метод расчета основной способности динамической нагрузки учитывая, что в общем твердость подшипников является ограниченной из-за усталости материалов поверхностных слоев контактирующих элементов. Рассматривается также влияние разных параметров на величину основной способности динамической нагрузки.

Construcţia de maşini

(Машиностроение), 36 (1984), № 12, 4 рис., 10 лит.

ДК : 681.2 : 531.787

Хелер, А. : **Возможность создания воздушных манометров с HALL прямолинейного перемещения для измерения, зарегистрирования и регулировки давления жидкостей**

В работе представлена возможность создания воздушных манометров с датчиком HALL прямолинейного перемещения, используемых при измерении, зарегистрировании и герулировке давления жидкостей даются характеристии созданного датчика HALL и палученные экспериментальным путем результаты. Приведены преимущества создания и использования таких манометров.

Construcţia de maşini

(Машиностроение), 36 (1984), № 12, 4 рис., 16 лит.

ДК : 621—231

Ионеску-Мусчел, Силвия, Нэстасе, В. : **Метод и стенд для проверки центральных затворов фотоаппарата**

В работе представлены оптико-электронный метод и стенд для испытания центральных затворов фотоаппаратов. Метод позволяет измерение оптического к.п.д., времени выдержки и эффективного времени выдержки. Стенд можно использовать в мастерских по починки фотоаппаратов, при измерении очень маленьких промежутков времени.

Construcţia de maşini

(Машиностроение), 36 (1984), № 12, 4 рис., 1 табл., 5 лит.

ДК : 621.82

Николау, И. : **Гидравлические приводы для паровых турбин**

В статье представлены гидравлические приводы регулирующих и запорных клапанов шаровой турбины в 50 Мвт. В начале указываются требования, предъявленные к этим приводам, потом описываются их состав и функционирование, а в конце приведены результаты испытания этих приводов перед поставкой.

Construcţia de maşini

(Машиностроение), 36 (1984), № 12, 6 рис., 4 лит.

ДК : 621—82

Чобану, Е., Ионеску, И., Кэлиною, Ч. : **Реализация и исследование характеристик некоторых электрогидравлических возбудителей, предназначенных для изучения механо-гидравлических систем автоматического регулирования**

В работе описывается способ исследования в динамическом режиме некоторых механо-гидравлических систем при помощи электрогидравлических возбудителей, для которого представляются математическая модель и вариант определения размеров путем расчета исходя из уже известных параметров. Описываются свойства конструкции созданных уже возбудителей для получения повышенных характеристик. Представленные в работе диаграммы, построенные теоретическим и экспериментальным путем позволяют выбор оптимального размерного варианта электрогидравлического возбудителя для определенной исследуемой системы.

Construcţia de maşini

(Машиностроение), 36 (1984), № 12, 6 рис., 5 лит.

621-233
CZ : 621.822

Lagăre radiale bazate pe tensiunea superficială a lichidelor

Prof. dr. doc. ing. Traian **DEMIAN**, şef lucr. dr. ing. Adrian **PASCU** – Institutul politehnic Bucureşti

Introducere

În construcţia aparatelor de măsurat de mare sensibilitate, sprijinirea părţii lor mobile, care de cele mai multe ori face corp comun cu elementul indicator, necesită soluţii care să micşoreze foarte mult frecarea. În acest scop se utilizează şi lagăre deosebite din punct de vedere constructiv de tipurile clasice (cu frecare de alunecare şi rostogolire), denumite lagăre speciale [1]. Din această categorie fac parte şi lagărele care au portanţa bazată pe tensiunea superficială a lichidelor, dintre care în lucrarea de faţă sînt tratate lagărele capilare cu inel circular [2].

Analiza teoretică

Se consideră un inel circular plasat în interiorul unui tub cilindric, în care se găseşte un lichid care „udă" peretele, astfel încît meniscul va fi concav (fig. 1). În condiţiile unei încărcări simetrice, de exemplu în poziţie de funcţionare verticală, inelul va fi centrat în interiorul tubului de către forţele capilare. Cu notaţiile din figura 1, conform relaţiei lui Laplace, diferenţa dintre presiunea din interiorul lichidului p_i şi presiunea exterioară p_e este :

$$p_i - p_e = \gamma\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \qquad (1)$$

unde :

γ este tensiunea superficială a lichidului ;
R_1 şi R_2 razele de curbură principale, cu semnul „+" dacă centrul este în interiorul lichidului şi „—" dacă centrul este în exteriorul acestuia.

Ipotezele de calcul sînt următoarele : lichidul udă perfect peretele, astfel încît unghiul de contact este zero ; jocul c dintre inel şi tub este mult mai mic decît diametrul tubului $D = 2\,R_2$. Aria unei secţiuni transversale prin filmul de fluid, dependentă de raza meniscului R_1, excentricitatea inelului δ, cu notaţiile din figura 1, se scrie :

$$A(R_1\theta, \delta) = \left(\frac{c}{2} + R_1 - \delta\sin\theta\right)\cdot$$

$$\cdot\sqrt{\left[2\cdot R_1\left(\frac{c}{2} - \delta\sin\theta\right) - \left(\frac{c}{2} - \delta\sin\theta\right)^2\right]} -$$

$$- R_1^2 \arccos\left(\left[R_1 - \left(\frac{c}{2} - \delta\sin\theta\right)\Big/ R_1\right]\right) \qquad (2)$$

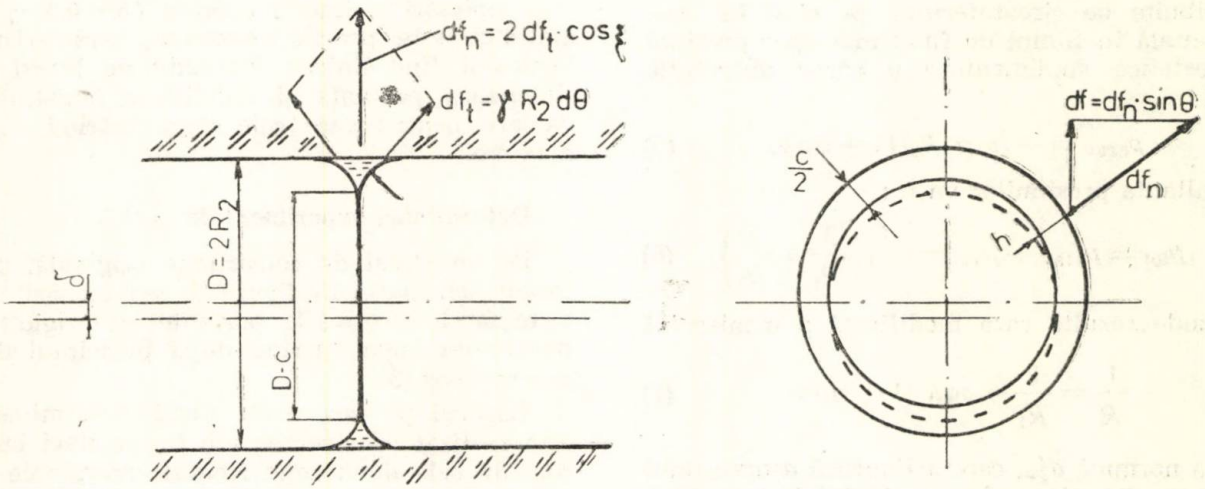


Fig. 1 Lagăr radial bazat pe tensiunea superficială — notaţii.

Volumul de lichid dintre inel şi tub se obţine prin integrarea expresiei de mai sus :

$$V(R_1, \delta) = \int_0^{2\pi} A\cdot R_2\cdot d\theta \qquad (3)$$

valoarea care, datorită complexităţii lui (2) va fi calculată numeric. În figura 2 este prezen-

tată valoarea razei meniscului R_1 ce se stabileşte între inel şi tub, funcţie de volumul de lichid introdus, pentru un diametru al tubului $D = 5$ mm. În poziţia orizontală de funcţionare, cînd acţiunea gravitaţiei influen-

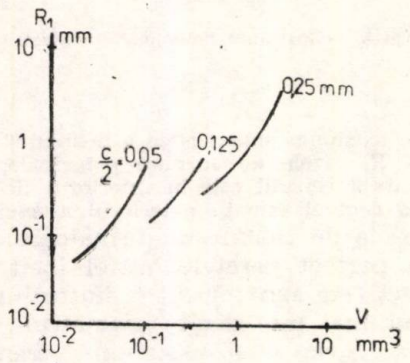


Fig. 2 Raza mecanismului funcţie de volumul de lichid.

ţează configuraţia filmului, raza meniscului se va modifica, depinzînd nu numai de volumul de lichid ci şi de unghiul θ. Presiunea din fluid, dependentă numai de volumul de lichid, va fi :

$$p_{vol} = -\gamma\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right), \tag{4}$$

unde semnul „—" a apărut datorită faptului că R_1 şi R_2 au centrele în exteriorul lichidului.

În poziţie verticală presiunile sînt uniform distribuite pe circumferinţă, pe cînd în cea orizontală în filmul de fluid mai apar presiuni hidrostatice suplimentare a căror distribuţie va fi :

$$p_{grav} = -(\rho \cdot g \cdot R_2)(1+\sin\theta) \tag{5}$$

Rezultanta presiunilor va fi :

$$p_{tot} = p_{grav} + p_{vol} = -\gamma\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right) \tag{6}$$

de unde rezultă raza modificată a meniscului

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \rho g R_2(1+\sin\theta) \tag{7}$$

Forţa normală df_n, care acţionează asupra unui element din circumferinţa inelului, este dată de relaţia :

$$df_n = 2 \cdot \cos\xi \cdot \gamma \cdot R_2 d\theta \tag{8}$$

unde vloarea unghiului ξ rezultă conform figurii 1 :

$$\cos\xi = \frac{1}{R}\sqrt{2R\left(\frac{c}{2}-\delta\sin\theta\right)-\left(\frac{c}{2}-\delta\sin\theta\right)^2} \tag{9}$$

Forţa portantă se calculează efectuînd integrala :

$$F = \int_0^{2\pi} 2\cos\xi\gamma R_2 \sin\theta = D\cdot\gamma\cdot\int_0^{2\pi}\cos\xi\sin\theta d\theta \tag{10}$$

evaluată tot pe cale numerică.

Rezultate teoretice

Calculele s-au efectuat pentru următoarele lichide :

apă : $\rho = 1000$ kg/m^3 ;
$\gamma = 72{,}8\ 10^{-3}$ N/m
izopropanol : $\rho = 786$ kg/m^3 ;
$\gamma = 35{,}2\ 10^{-3}$ N/m
2 — metil 1 — propanol : $\rho = 805$ kg/m^3 ;
$\gamma = 41{,}3\ 10^{-3}$ N/m

S-a considerat un tub cu diametrul $D = 5$ mm iar jocul dintre tub şi inel cu valori între 0,05 şi 0,5 mm. În figura 3 este prezentat un exemplu al rezultatelor obţinute, ilustrînd, pentru un anumit volum de lichid introdus în tub, variaţia forţei portante funcţie de excentricitatea relativă a inelului.

În figura 4 este ilustrată influenţa volumului de lichid asupra rigidităţii lagărului pentru ambele poziţii de funcţionare — verticală (g=0) şi orizontală ($g = 9{,}8$ m/s^2).

Din rezultatele teoretice prezentate mai sus rezultă că pentru aceeaşi construcţie rigiditatea este mai mare în poziţie verticală. Pentru deplasări radiale moderate ($\delta < 0{,}5 \cdot c$) rigiditatea este practic constantă, caracteristica lagărului find liniară. Volumul de lichid influenţează portanţa şi rigiditatea, existînd o valoare pentru care cele două mărimi sînt maxime.

Determinări experimentale

Pe un stand de construcţie originală, prezentat schematic în figura 5, s-a urmărit determinarea efectivă a portanţei şi rigidităţii pentru un lagăr lucrînd după principiul descris mai sus [3].

Lagărul pe care s-au făcut determinările este realizat constructiv sub forma unei bucşe (fig. 5), cele două zone frontale marginale alcătuind partea activă similară celei ilustrate în figura 1. Lăţimea bucşei determină mărimea forţei arhimedice ascensionale; printr-o dimensionare corespunzătoare a acestei lăţimi se poate compensa, pentru poziţia de funcţionare orizontală, greutatea proprie a bucşei. Încărcarea radială a lagărului este realizată de o tijă metalică fixată pe braţul unei balanţe, pe al cărei taler se pun greutăţi etalo-

nate. Alimentarea cu lichid a lagărului se face prin intermediul unui dozator micrometric.

bucșa mobilă semnalată de aprinderea lămpii L_2, introdusă într-un circuit electric în care este prezent și un amplificator CC. Începînd

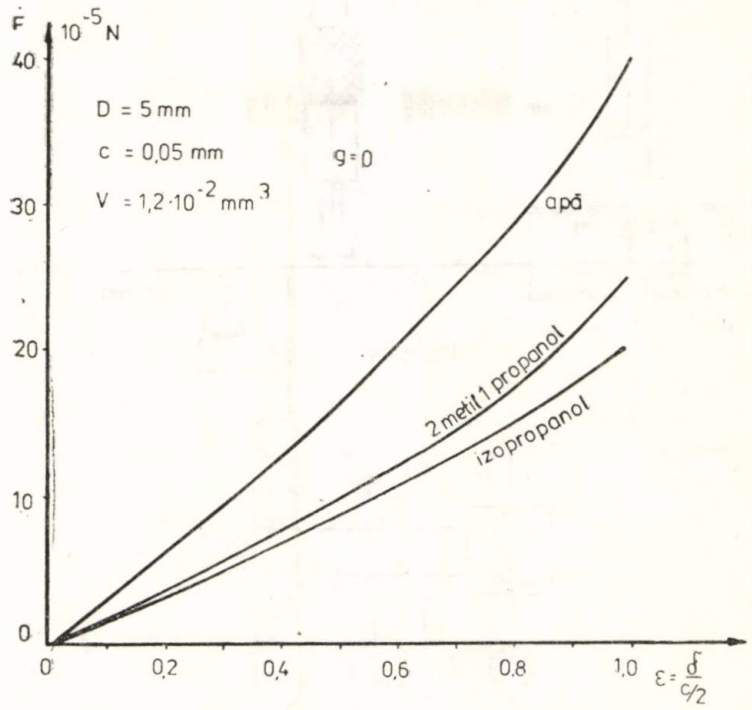


Fig. 3 Caracteristica de încărcare a lagărului în poziție verticală pentru diferite lichide.

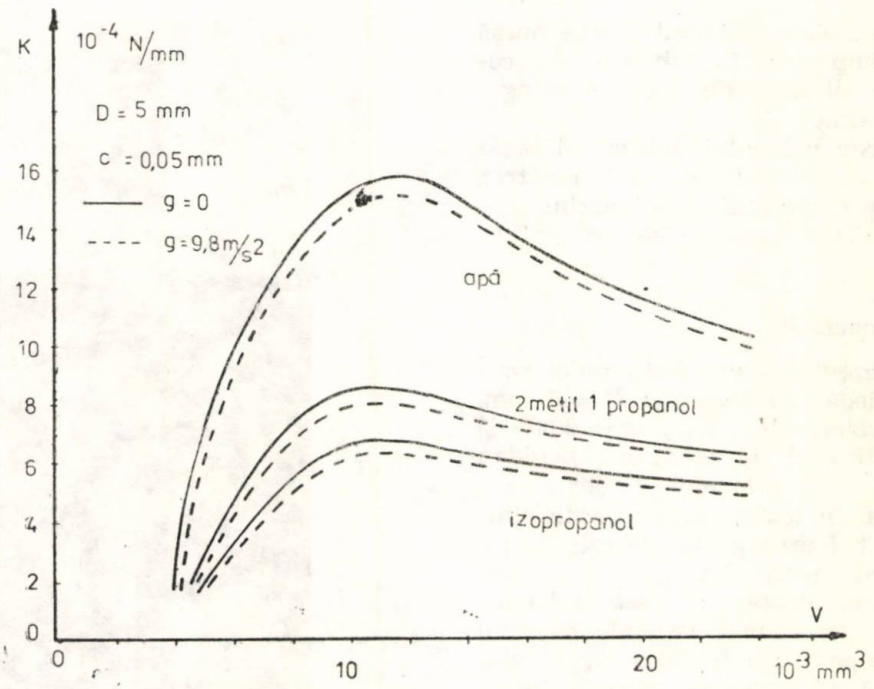


Fig. 4 Variația rigidității lagărului funcție de volumul de lichid din menisc.

Sistemul de încărcare se echilibrează, în prealabil, în poziția de contact a vîrfului cu cu această poziție, odată cu încărcarea lagărului, tija se va deplasa împreună cu bucșa,

deplasarea tijei fiind detectată de un traductor capacitiv de deplasare (tip DISA). Aprinderea

Determinările efectuate pe montajul prezentat au pus clar în evidență posibilitatea uti-

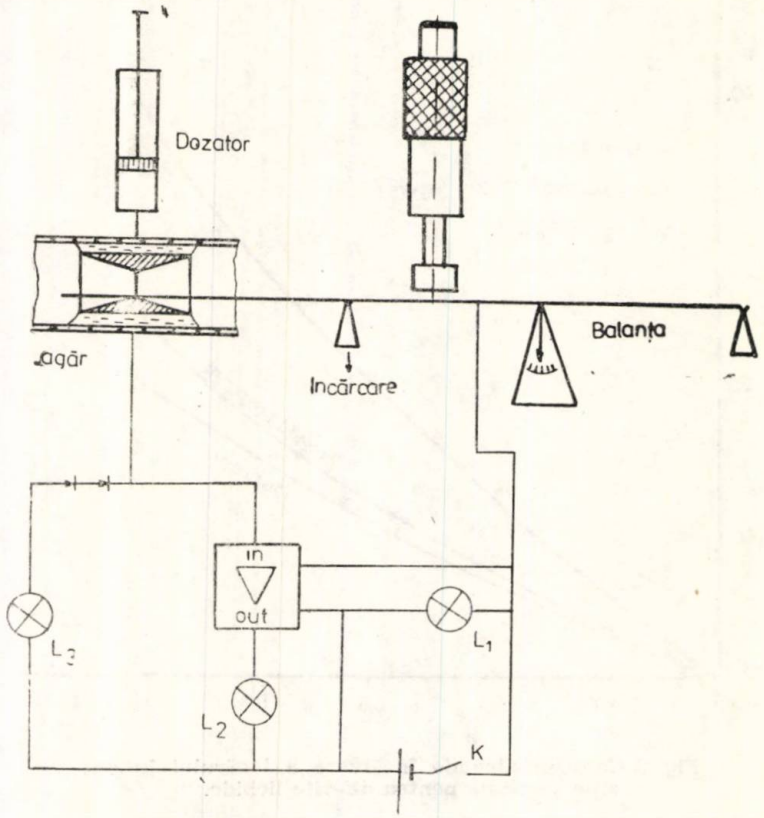


Fig. 5 Schema standului pentru măsurarea portanței lagărelor.

lămpii L_3 va semnaliza contactul dintre bucșă și electrodul **S** implantat în tub, ceea ce corespunde ruperii filmului de fluid la atingerea încărcării maxime.

În figura 6 este prezentat ansamblul lagărului împreună cu dozatorul micrometric. Pentru amortizarea vibrațiilor sistemului mobil al balanței talerele acesteia au fost cufundate în lichid.

Rezultate și concluzii

Pe standul pezentat s-au efectuat determinări pentru un lagăr cu diametul $D = 5$ mm, pentru două valori ale jocului $c = 0{,}005$ și $c = 0{,}5$ mm, utilizînd următoarele lichide: apă, 2 — metil — 1 propanol, izopropanol. Ultimele sînt mai indicate pentru aceste aplicații întrucît sînt foarte puțin volatile și nu reacționează chimic cu metalele.

Valorile sarcinii aplicate pe talerul balanței și deplasările corespunzătoare ale brațului au fost corectate pentru a fi reduse la nivelul lagărului datorită efectului de pîrghie introdus de brațul balanței.

Un exemplu comparativ al rezultatelor teoretice și experimentale, obținute în lagărul cu joc 0,05 mm utilizînd ca lichid apa, este ilustrat în figura 7.

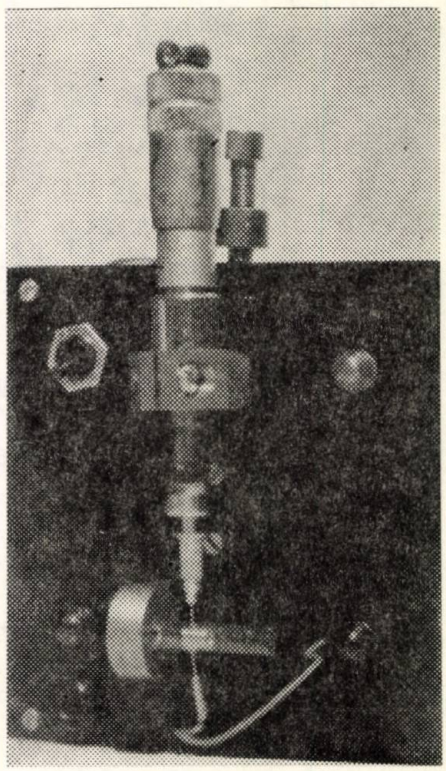


Fig. 6 Detaliu din stand prezentînd lagărul și dozatorul micrometric.

lizării, în cazul unor încărcări mici, a lagărelor bazate pe tensiunea superficială a lichide-

Sarcina maximă determinată experimental a depăşit sistematic estimările teoretice, proba-

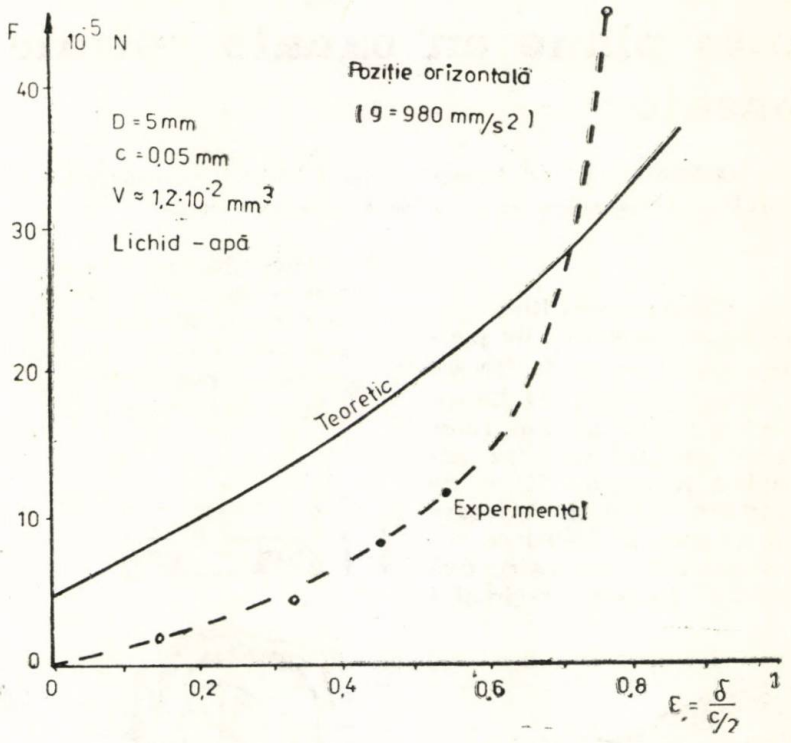


Fig. 7 Comparaţie între caracteristica teoretică şi cea ridicată experimental pentru un lagăr capilar.

lor pentru sprijinirea sistemului mobil al aparatelor.

Teoretic, în poziţia de funcţionare orizontală, chiar în absenţa încărcării radiale, inelul va căpăta o poziţie excentrică, poziţie pe care montajul nu o poate detecta, astfel încît curbele de încărcare experimentale vor pleca din origine. Se constată că rigiditatea teoretică şi cea determinată experimental sînt de acelaşi ordin de mărime, caracteristica de încărcare avînd la început un aspect liniar.

bil, datorită înclinării bucşei în interiorul tubului, fapt care produce o semnalare întîrziată a străpungerii filmului de fluid.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Demian, T., Pascu, A.:* Lagăre şi ghidaje pentru aparate. Editura Academiei, Bucureşti, 1980.

[2] *Reno, R., Young, N.:* Capillary bearings. The Rewiew of Schientific Instruments, Nov., 1968.

[3] *Demian, T., Pascu, A.:* Determinarea experimentală a portanţei lagărelor capilare. Tribotehnica, 1984, oct. 1984, Iaşi.

621-233
CZ : 621.822

Construcția și calculul lagărelor autoportante plane cu canale spirale pentru aparate

Prof. dr. doc. ing. Traian **DEMIAN**, șef lucr. dr. ing. Adrian **PASCU** – Institutul politehnic București
Ing. Vladimir **POSTELNICU** – Întreprinderea de echipamente periferice București

Introducere

Lagărele cu canale spirale constituie una din soluțiile cele mai interesante folosite pentru asigurarea funcționării în regim de frecare fluidă cu obținerea portanței prin efect hidrodinamic [1]. Construcția clasică a unui rotor giroscopic, cea în formă de „bobină", prezentată în figura 1, implică folosirea, alături de lagărul radial autoportant, și a două lagăre axiale plane care să asigure poziționarea corectă a elementului mobil. Soluția constructivă cea mai eficientă pentru obținerea regimului

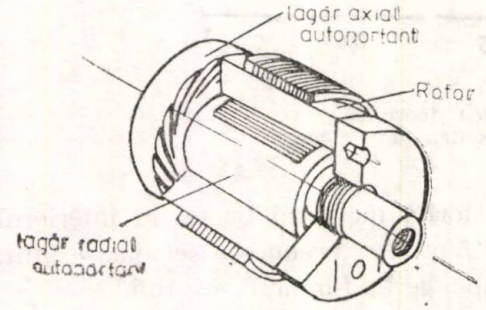


Fig. 1 Giromotor cu lagăre gazodinamice.

de frecare fluidă o constituie, în acest caz, lagărul plan cu canale spirale, la care portanța creată de efectul de treaptă al canalului este sporită prin pompajul datorat dispunerii canalelor după o spirală (fig. 2).

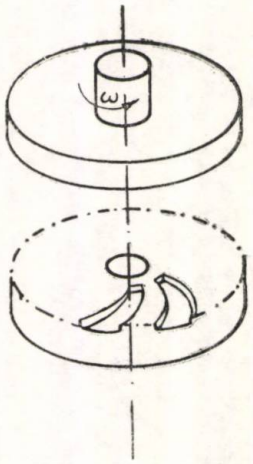


Fig. 2 Lagăr axial plan cu canale spirale.

Diversitatea constructivă a acestui tip de lagăr este foarte variată, fiind dată de tipul de pompaj adoptat-interior sau exterior, după cum este ilustrat în figura 3, precum și de geometria canalelor, implicînd forma acestora, adîncimea și lățimea lor.

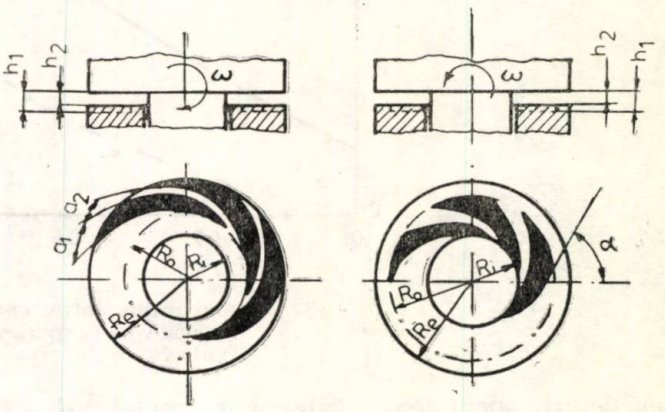


Fig. 3 Tipuri constructive de lagăre axiale plane cu canale spirale.

Calculul analitic al lagărelor plane cu canale spirale

Elementele geometrice ale lagărului sînt ilustrate în figura 3, unde s-a notat :

n — numărul de canale;
α — unghiul dintre raza vectoare în punctul curent al canalului și tangenta la profil în punctul corespunzător;
h_1 — grosimea interstițiului corespunzătoare canalului;
h_2 — grosimea interstițiului corespunzătoare zonei de plin;
a_1 — lățimea canalului;
a_2 — lățimea zonei de plin, în porțiunea canelată;
R_i, R_e — raza interioară și respectiv exterioară a lagărului;
R_0 — raza care delimitează zona canelată a lagărului.

În vederea imprimării unui grad de generalitate soluției, se introduc următorii parametri adimensionali :

$$H=\frac{h_1}{h_2};\quad \gamma=\frac{a_1}{a_2};\quad \lambda=\frac{R_i}{R_e};\quad \lambda_0=\frac{R_0-R_i}{R_e-R_i} \tag{1}$$

care vor caracteriza împreună cu unghiul α geometria lagărului și

$$\Lambda = \frac{6\eta\omega(R_e^2 - R_i^2)}{p_0 \cdot h_2^2} \qquad (2)$$

care va caracteriza funcționarea lagărului [2], unde s-a notat :

η — viscozitatea dinamică a gazului ;
ω — viteza unghiulară a elementului mobil ;
p_0 — presiunea ambiantă.

Studiul și calculul lagărului pornesc de la analiza curgerii fluidului în interstițiu, dată de ecuațiile generale de mișcare ale fluidelor vîscoase, particularizate pentru valorile foarte mici ale grosimii interstițiului în raport cu celelalte dimensiuni.

Profilul presiunilor din film va avea un aspect „zimțat", corespunzător schimbărilor bruște ale grosimii interstițiului. O simplificare în analiza distribuției de presiuni din lagăr se obține prin considerarea unei funcții continue pentru distribuția de presiuni din lagăr, după o înfășurătoare a profilului real, ceea ce corespunde considerării unui număr infinit de canale pe suprafața lagărului. În acest fel ecuația diferențială care descrie variația presiunii în lagăr, scrisă adimensional, este [2] :

$$\frac{1}{R}\frac{\partial}{\partial R}\left[RP\left(f_r \frac{\partial P}{\partial R}\right) - \Lambda \cdot f_s \cos\alpha \cdot R\right] = 0 \qquad (3)$$

unde s-a notat : $P = p/p_0$, $R = r/R_e$,
iar f_r și f_s vor fi funcții analitice depinzînd de parametrii geometrici ai lagărului.

Soluționarea acestei ecuații și integrarea presiunilor pe suprafața lagărului vor furniza portanța lagărului, sub forma [2], [3] :

$$W_z = \frac{F_z}{p_0\pi(R_e^2 - R_i^2)} = W_z(\alpha, \lambda, \lambda_0, H, \gamma, \Lambda) \qquad (4)$$

Obținerea pe cale numerică a valorii expresiei portanței permite apoi și un studiu al influenței diferiților parametri asupra performanțelor lagărului. O primă problemă de interes o constituie forma curbei care stabilește profilul canalelor, întrucît aceasta are și implicații tehnologice directe. În figura 4 sînt prezentate, comparativ, rezultatele privind portanța pentru un lagăr cu pompaj interior, pentru cîteva tipuri de curbe [4]. Este evident că spirala logaritmică este profilul optim, care asigură pentru canal o valoare constantă a unghiului α, indiferent de mărimea razei curente, ceea ce atrage și obținerea unei portanțe maxime.

Proprietatea spiralei logaritmice de a păstra aceeași înclinare a canalelor de-a lungul razei are și implicații teoretice, permițînd prin schimbarea de variabilă :

$$Y = \ln R \qquad (5)$$

să se transforme domeniul de coroană circulară a lagărului într-o fîșie infinită cu canale drepte, înclinate (fig. 5), caz mult mai ușor de tratat teoretic.

Prin analiza, în continuare, a expresiei (4) pot fi stabilite și valorile optime ale parametrilor ce definesc geometria lagărului, care, pentru lagărul cu pompaj interior cu $R_i/R_e = 0{,}5$, au valorile :

$$\lambda_0 = 0{,}75 \; ; \quad \alpha = 17{,}5° \; ; \quad \gamma = 1{,}6 \; ; \quad H = 4 \qquad (6)$$

pentru care :

$$W_z = 0{,}027 \cdot \Lambda \qquad (7)$$

în condițiile în care $\Lambda < 50$.

Calcul numeric pentru lagărul cu număr finit de canale

Din rațiuni tehnologice, mai ales la dimensiuni mici, numărul canalelor nu poate fi prea mare, valorile uzuale fiind 6 ... 24. În cazul

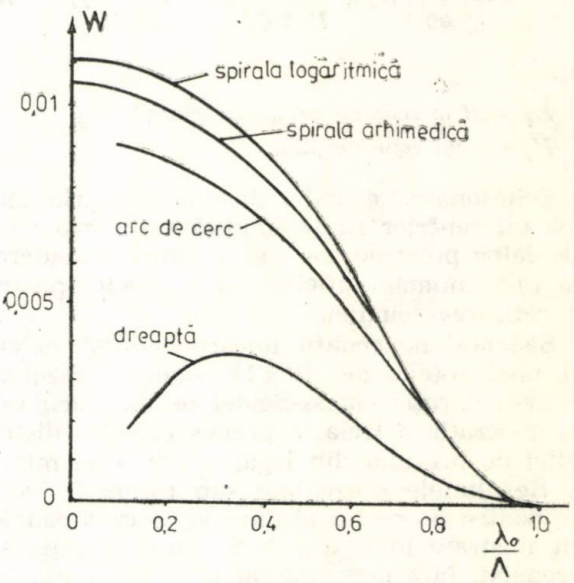


Fig. 4 Influența curbei ce stabilește forma canelurilor asupra portanței lagărului.

unui număr redus de canale, simplificarea prezentată anterior poate modifica substanțial per-

formanțele lagărului și, mai ales, valorile considerate optime pentru geometria canalelor. Tratarea problemei, cu considerarea numărului finit de canale, presupune rezolvarea ecuației

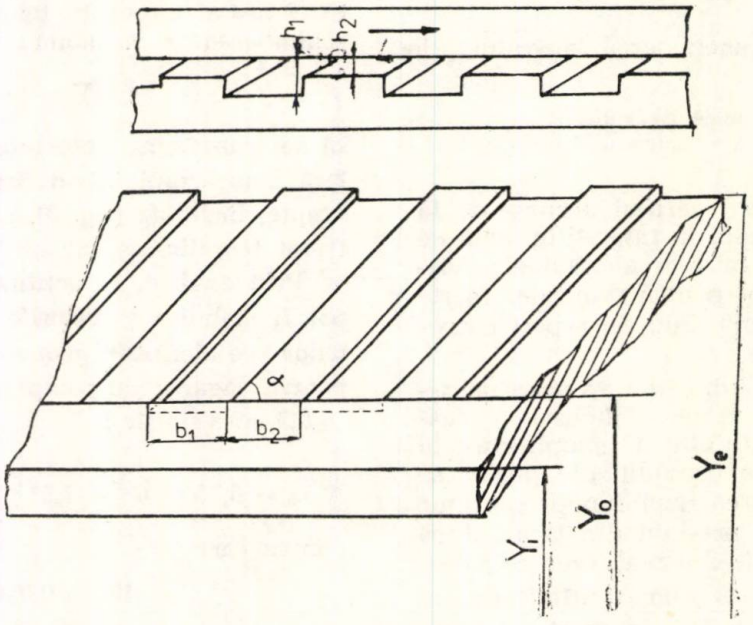


Fig. 5 Placă infinită cu canale drepte înclinate.

lui Reynolds, care, în coordonate polare, se scrie :

$$\frac{\partial}{\partial R}\left(P H_i^3 \frac{\partial P}{\partial R}\right) + P H_i^3 \frac{1}{R}\frac{\partial P}{\partial R} + \frac{1}{R}\frac{\partial}{\partial \theta}\left(P H_i^3 \frac{1}{R}\frac{\partial P}{\partial R}\right) = \Lambda \frac{\partial}{\partial \theta}(PH) \quad (8)$$

cu :

H_i = H în zona de gol a canalelor ;

H_i = 1 în zona de plin.

Soluționarea ecuației de mai sus prin metoda diferențelor finite implică utilizarea unui calculator puternic, care să permită considerarea unui număr suficient de puncte pentru discretizarea ecuației.

Sistemul de ecuații lineare rezultat în cazul unei rețele de 10 x 18 puncte, rezolvat printr-o iterație Gauss-Seidel pe un calculator din generația a treia, a permis calculul distribuției de presiuni din lagăr în circa 40 minute. Rezultatele prezentate sub forma izobarelor, pentru un sector al unui lagăr cu 6 canale, sînt ilustrate în figura 6. Se observă aspectul neregulat, fără netezime, al presiunilor din lagăr, contrastînd cu ipoteza simplificatoare utilizată în cazul numărului infinit de canale. Portanța calculată prin integrarea presiunilor obținute prin tratarea analitico-numerică prezentată anterior.

Concluzii

Analiza teoretică, analitică și numerică permite un calcul eficient al lagărelor plane cu canale spirale în vederea studiului influenței diferiților parametrii asupra performanțelor sale. Metoda numerică de calcul, mai riguroasă, este însă prohibitivă prin timpul de calculator necesitat, astfel încît optimizarea geometriei lagărului și întocmirea de diagrame pentru proiectant pe această cale este aplicabilă numai în cazuri concrete, bine justificate. Rezultatele analitico-numerice, mai aproximative, rămîn în continuare de un real interes pentru proiectant.

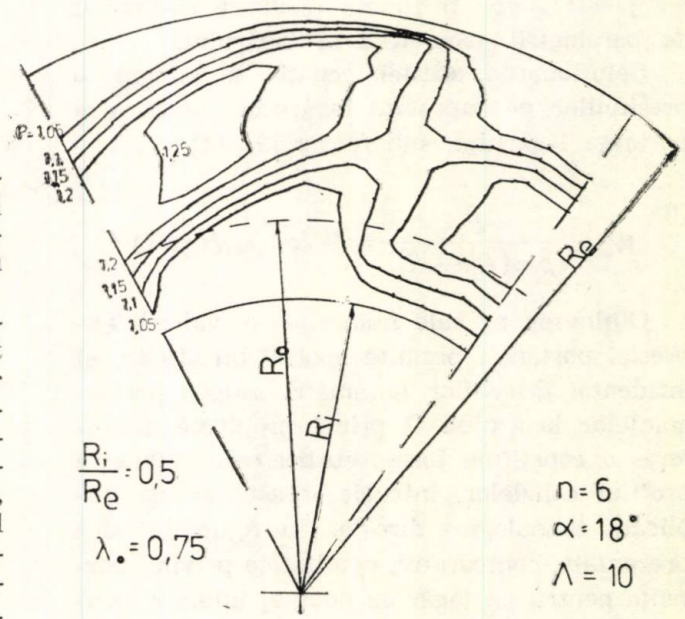


Fig. 6 Rezultate numerice pentru distribuția de presiuni dintr-un sector de lagăr cu 6 canale spirale.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Demian, T., Pascu, A.:* Lagăre și ghidaje pentru aparate. Editura Academiei, București, 1980.

[2] *Malanosky, S., Pan, C.H.T.:* The static and dynamic characteristics of the spiral grooved thrust bearing. Trans. ASME 1965, nr. 3.

[3] *Muijderman, G.A.:* Spiral groove bearing. Phillips Research Laboratories, 1964.

[4] *Zavielov, G.A.:* Rascet opor i podvesov priborov na gazovoi smazke. Celiabinsk, 1975.

CZ : 681.12

Metodă și aparat pentru evaluarea rugozității și capacității portante a suprafețelor

Șef lucr. ing. Nicolae **DUMITRESCU** — Institutul politehnic București

Dacă se apasă muchia unui cuțit din diamant cu unghi 2γ, cu o forță determinată P, pe o suprafață plană rugoasă, rezultă o amprentă care observată la microscop apare ca în figura 1. Observarea amprentei, măsurarea parametrilor ei și fotografierea pot fi făcute cu aparatul descris mai jos (proiectat de autorul prezentei lucrări și realizat la I.O.R.), sau pe microscop metalografic dotat cu ocular micrometric și dispozitive de fotografiere. Dacă s-a măsurat lățimea b a amprentei, se calculează adîncimea h a rugozității în punctul respectiv cu relația :

$$h = b[\cos\gamma - \sin(\gamma - \varphi)],$$

în care φ se determină din relația :

$$2\gamma = \varphi + \text{arc cos tg}\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right);$$

$$l = \frac{b}{2\sin\gamma}$$

Pentru $\gamma = 45^0$

$$h = 3{,}152\ kb.L$$

Pentru suprafață ideal plană, L fiind lungimea penei și $\gamma = 45^0$:

$$P = 3{,}152\ K\ b\ L$$

iar pentru suprafața reală :

$$P = 3{,}152\ K\ S.$$

în care :

S este aria proiecției amprentei pe un plan paralel cu muchia cuțitului ;

K reprezintă starea de tensiune la deformarea plastică a materialului și este un parametru al suprafeței rugoase.

În cazul unei neregularități cu profil cilindric, raza cilindrului se calculează cu relația :

$$r = \frac{0{,}35\ C^2}{b}$$

Studiind amprenta se mai pot evidenția :

— lungimea contractului efectiv l_{ef} pentru diferite valori ale lui P ;

— raportul între lungimea contactului efectiv și lungimea muchiei cuțitului (coeficient de umplere) ;

— distribuția în înălțime a neregularităților pe distanța l_c ;

— direcțiile preferențiale ale urmelor de prelucrare ;

— adîncimea echivalentă a amprentei h_{ech};

— pasul neregularităților.

Dispozitivul de iluminat (fig. 2) cuprinde lampa electrică de 6 v—5 W și un sistem de lentile și diafragme care permit iluminarea obiectului prin obiectiv, sau pe lîngă obiectiv. Capul revolver are un sistem de indexare **15** a poziției obiectivelor și penetratorului. În locul corpului cu prisme se poate monta un tub drept.

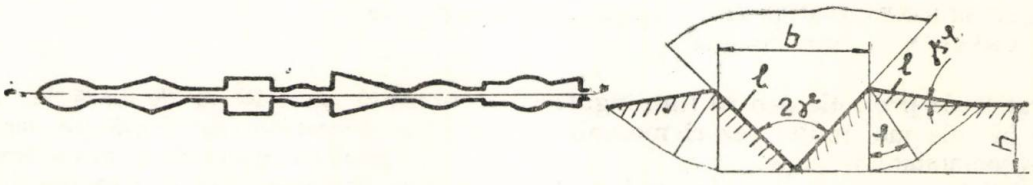


Fig. 1

Întreg aparatul se sprijină pe o talpă, care permite realizarea de amprente pe suprafețe plane. Talpa poate fi schimbată în funcție de forma pieselor de testat.

Mișcarea de punere la punct a microscopului se realizează prin rotirea butonului **9**. Alegerea cîmpului obiect se face folosind obiectivul de 12x. Microscopul poate fi deplasat în plan paralel cu obiectul cu ajutorul butoanelor **10** și butonului **12.** Microscopul poate fi rotit în jurul axei sale circa ± 15° și blocat în poziția dorită cu butonul **13.** Ocularul poate fi montat și rotit în poziția convenabilă, putînd fi fixat cu butonul **14.** Dispozitivul de fotografiere are un obiectiv cu factorul de cameră 5x și este dotat cu obturator central cu comandă manuală pentru timp după voie.

Dispozitivul penetrator poate fi adus în axa microscopului după ce cu obiectivul de 12x s-a ales zona de testat. Pe bridă, care comandă ridicarea penetratorului, se pot plasa greutăți tarate. Coborîrea și ridicarea bridei și penetratorului se realizează cu ajutorul unei pîrghii.

Casetele pentru film se alimentează cu film la întuneric și se montează pe aparat la lumină.

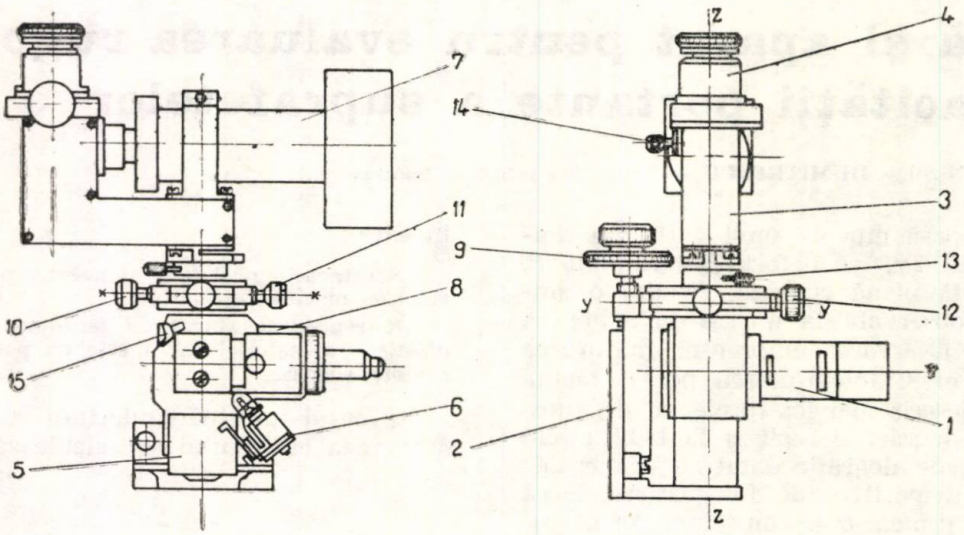


Fig. 2. 1 – dispozitiv de iluminat, 2 – mecanisme de deplasare, 3 – subansamblu corp cu prisme, 4 – ocular micrometric, 5 – obiectiv, 6 – dispozitiv penetratar, 7 – dispozitivul de fotografiere, 8 – caprevolver, 9 – buton de punere la punct, 10, 11, 12 – butoane de poziționare a microscopului, 13 – buton de blocare, 14 – buton pentru fixare ocular, 15 – dispozitiv de indexare.

Caracteristicile aparatului

— **grosismente realizate** 120× și 440×;
— **măriri pe film** 60× și 220×;
— **valoarea diviziunii pe ocularul micrometric** 0,01 mm;
— **cîmpul obiect maxim cu ob. 12 ×** 1,25 mm;
— **deplasarea în înălțime a microscopului** min. 10 mm;
— **unghiul cuțitului** 90°;
— **lungimea muchiei cuțitului** 1,28 mm;
— **greutatea cu dispozitiv de fotografiat** 2,5 kg;
— **dimensiuni de gabarit** 200×150×80 (mm);

CZ : 621.233

Modelarea procesului de transport al filmului de către mecanismul cu grifă

Șef lucr. ing. Silvia **IONESCU-MUSCEL** – Institutul politehnic București
Ing. Marcela **CRĂCIUN** – I.A.M.C. – Otopeni

În aparatele de proiecție pentru film îngust se folosesc în cele mai multe cazuri mecanisme cu grife comandate de came.

Caracteristicile cinematice ale peliculei (spațiu, viteza și accelerația în funcție de timp) reprezintă un criteriu de bază la aprecierea oricărui mecanism de deplasare sacadată.

În practica proiectării mecanismelor cu grifă se consideră identice caracteristicile dinților grifei, ca element final al lanțului cine-

matic, cu cele ale peliculei, element condus de aceştia, prin canalul filmului, ceea ce nu corespunde realităţii.

Prezentăm, de exemplu, schema de principiu a mecanismului cu grifă, cu tachet oscilant din figura 1.

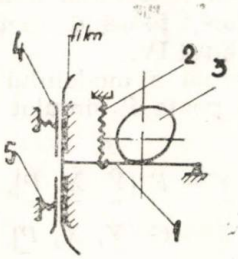


Fig. 1 Schema de principiu a unui mecanism cu grifă oscilantă.

Grifa **1** (tachet), comandată de cama **3**, transportă filmul în canalul **4**, cu frecare creată de arcurile presoare **5**. Arcul **2** asigură contactul dintre camă şi grifă.

Modelul dinamic al acestui mecanism este prezentat în figura 2. Pentru comoditatea descrierii matematice, toate forţele şi deplasările sînt reduse la linia neutră a filmului, ce se deplasează în canal. Elementul conducător **1** al mecanismului (punctul de contact al camei cu grifă) are coordonata independentă a deplasării X. Grifa 2 este reprezentată ca o masă concentrată m_1, legată de elementul conducător prin intermediul rigidităţii grifei K_1. Coordonata dintelui grifei pe linia de transport a filmului este notată cu Y_1. Arcul, de rigiditate K, realizează închiderea forţată a cuplei cinematice dintre camă şi grifă, cu o forţă iniţială P. Segmentul de film, asupra căruia se exercită forţa de tracţiune din partea dintelui grifei şi forţa de frecare în canal, este reprezentat prin masa concentrată m_2, legată de dinte prin rigiditatea K_2. Coordonata centrului masei m_2 este notată cu Y_2, iar F_{fr}, este forţa de frecare în canal.

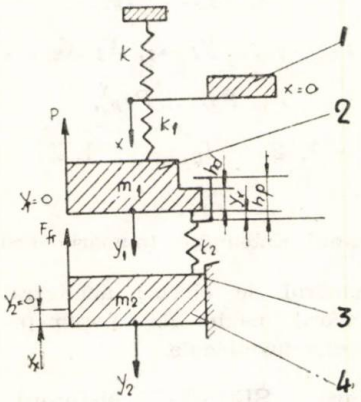


Fig. 2 Modelul dinamic al mecanismului cu grifă cu tichet oscilant.

Întrucît înălţimea dintelui grifei h_d diferă de înălţimea perforaţiei filmului h_p, la începutul mişcării va exista un joc Y_x între dintele grifei şi marginea perforaţiei.

Dinamic acestui model mecanic este descrisă de un sistem de două ecuaţii diferenţiale de ordinul doi.

(1)

$$\begin{cases} m_1 \dfrac{d^2 Y_1}{dt^2} = A - K_2 (Y_1 - Y_2) \cdot \\ \cdot l(Y_1 - Y_2) - K_2 (Y_1 + b - Y_2) \cdot \\ \cdot l(Y_1 + b - Y_2); \\ m_2 \dfrac{d^2 Y_2}{dt^2} = K_2 (Y_1 - Y_2) \cdot l(Y_1 - Y_2) + \\ + K_2 (Y_1 + b - Y_2) \cdot l(Y_1 + b - Y_2) - \\ - F_{fr} - C\left(\dfrac{dY_2}{dt} - \dfrac{dY_1}{dt}\right) \end{cases}$$

Prin A s-a notat termenul ce caracterizează acţiunea arcului de închidere a cuplei :

$$A = \begin{cases} K (X - Y_1), \text{ dacă : } m_1 \dfrac{d^2 Y_1}{dt^2} \leqslant P + KY_1 \\ -\left(P - \dfrac{KK_1}{K + K_1} Y_1\right) \text{ dacă } m_1 \dfrac{d^2 Y_1}{dt^2} > \\ > P + KY_1 \end{cases}$$

iar :

$$l(Y_1 - Y_2) = \begin{cases} +1 & \text{la } Y_1 - Y_2 \geqslant 0 \\ 0 & \text{la } Y_1 - Y_2 < 0 \end{cases}$$

$$l(Y_1 + b - Y_2) = \begin{cases} +1 & \text{la } Y_1 + b - Y_2 \geqslant 0 \\ 0 & \text{la } Y_1 + b - Y_2 < 0 \end{cases}$$

Forţa de frecare se poate exprima astfel :

$$F_{fr} = \begin{cases} K_2 (Y_1 - Y_2) \text{ pentru } \dfrac{dY_2}{dt} = 0 \\ \text{şi } K_2 (Y_1 - Y_2) < F_{fr\,max} \\ F_{fr\,max} \text{ pentru } \dfrac{dY_2}{dt} > 0 \\ - F_{fr\,max} \text{ ptr. } \dfrac{dY_2}{dt} < 0 \\ - K_2 (Y_1 + b - Y_2) \text{ pentru } \dfrac{dY_2}{dt} = 0 \\ \text{şi } K_2 (Y_1 + b - Y_2) < F_{fr\,max} \end{cases}$$

În sistemul de ecuaţii (1) s-a notat cu C coeficientul de amortizare a oscilaţiilor filmului, iar prin $b = h_p - h_d$ mărimea jocului.

Celelalte notații corespund celor folosite în figura 2.

Pentru mecanismul cu grifă modelat coeficientul de amortizare a oscilațiilor proprii ale filmului se poate neglija, fiind foarte mic. De asemenea, pentru acest mecanism :

$$m_1 \frac{d^2 Y_1}{dt^2} = P + K\ Y_1.$$

Cu aceste precizări, sistemul (1) devine :

$$\begin{cases} m_1 \dfrac{d^2 Y_1}{dt^2} = K\ (X - Y_1) - K_2 (Y_1 - Y_2) \cdot \\ \cdot l(Y_1 - Y_2) - K_2\ (Y_1 + b - Y_2) \cdot \\ \cdot l(Y_1 + b - Y_2) \\ m_2 \dfrac{d^2 Y_2}{dt^2} = K_2\ (Y_1 - Y_2) \cdot l(Y_1 - Y_2) + \\ + K_2\ (Y_1 + b - Y_2) \cdot \\ l(Y_1 + b - Y_2) - F_{fr} \end{cases} \quad (2)$$

Modelul matematic general exprimat prin sistemul de ecuații (2) a fost folosit pentru mecanismul cu grifă al aparatului APT 16—4 (IOR), reprezentat în figura 3.

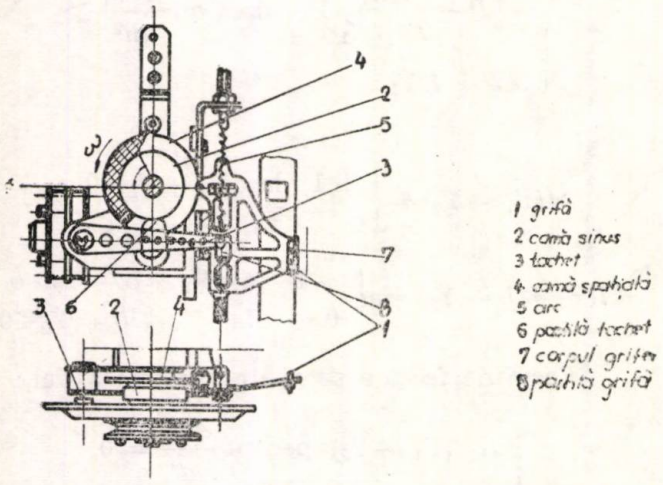


Fig. 3 Mecanismul cu grifă al aparatului APT 16-4 IOR

Considerînd că ipotezele făcute în cazul modelului general rămîn valabile și pentru mecanismul tip IOR, s-a urmărit obținerea grafică a variațiilor :

$$\frac{d^2 Y_1}{dt^2} = f(t); \quad \frac{dY_1}{dt} = f(t); \quad Y_1 = f(t);$$

$$\frac{d^2 Y_2}{dt^2} = f(t); \quad \frac{dY_2}{dt} = f(t); \quad Y_2 = f(t)$$

Pentru trasarea acestor grafice, s-au folosit facilitățile oferite de programul de simulare a sistemelor dinamice „SIMSID", realizat în cadrul facultății de Automatică, din I.P.B.

Programul „SIMSID" pentru calculul răspunsului unui sistem dinamic linear sau nelinear, utilizînd un calculator „Felix C-256".

Programul este scris în limbajul FORTRAN și asigură rezolvarea numerică a ecuațiilor diferențiale, folosind metoda RUNGE-KUTTA, de ordinul IV.

Forma generală a modelului matematic al unui sistem ce poate fi simulat folosind acest program este :

$$\underline{Y} = F\ [\underline{Y},\ \underline{X},\ \underline{P}], \quad (3)$$

$$\underline{X} = G\ [\underline{Y},\ \underline{X},\ \underline{P}], \quad (4)$$

unde :

$Y_{(i)}$ — sînt ieșirile blocurilor integratoare ale sistemului;

$X_{(j)}$ — sînt ieșirile altor blocuri funcționale (lineare sau nelineare) ;

$P_{(i)}$ — sînt parametrii fiecărui bloc component:

sau :

$$Y_i = F_i(Y_1,\ Y_2 \ldots Y_{I\,y+1},\ X_1,\ X_2 \ldots X_{Ix},\ P_1,\ P_2 \ldots P_{Ip}), \quad (5)$$

$$X_j = G_j(Y_1,\ Y_2, \ldots Y_{I\,y+1},\ X_1\ X_2, \ldots X_{I\,x-1},\ P_1,\ P_2, \ldots P_{Ip}), \quad (6)$$

$$\text{cu } i = 1,\ 2, \ldots I_y; \quad j = 1,\ 2 \ldots I_x,$$

unde :

I_y — ordinul sistemului (numărul ecuațiilor diferențiale);

I_x — numărul de blocuri neintegratoare;

I_p — numărul maxim de parametri asociați tuturor blocurilor funcționale.

În notații „SIMSID" sistemul simulat s-a prezentat astfel (fig. 4) :

$$X(1) = \frac{d^2 Y_1}{dt^2}; \quad X(2) = \frac{d^2 Y_2}{dt^2};$$

$$F(1) = \frac{d^2 Y_1}{dt^2}; \quad F(3) = \frac{d^2 Y_2}{dt^2};$$

$$Y(1) = \frac{dY_1}{dt}; \quad Y(3) = \frac{dY_2}{dt};$$

$$F(2) = \frac{dY_1}{dt}; \quad F(4) = \frac{dY_2}{dt};$$

$$Y(2) = Y_1; \quad Y(4) = Y_2$$

Constantele introduse au fost :

$P\ (1) = K$, unde : K — rigiditatea arcului care asigură contactul dintre camă și tachet (764,295 N/m);

P (2) = K_2, unde : $K_2 = 23.10^4$ N/m, reprezentînd rigiditatea segmentului de film;

P (3) = b, unde : $b = 1{,}274.10^{-4}$ m, reprezentînd mărimea jocului dintre dinte și perforație;

2 N), obținîndu-se de fiecare dată, variații corespunzătoare ale spațiului, vitezei și accelerației, grifei și filmului.

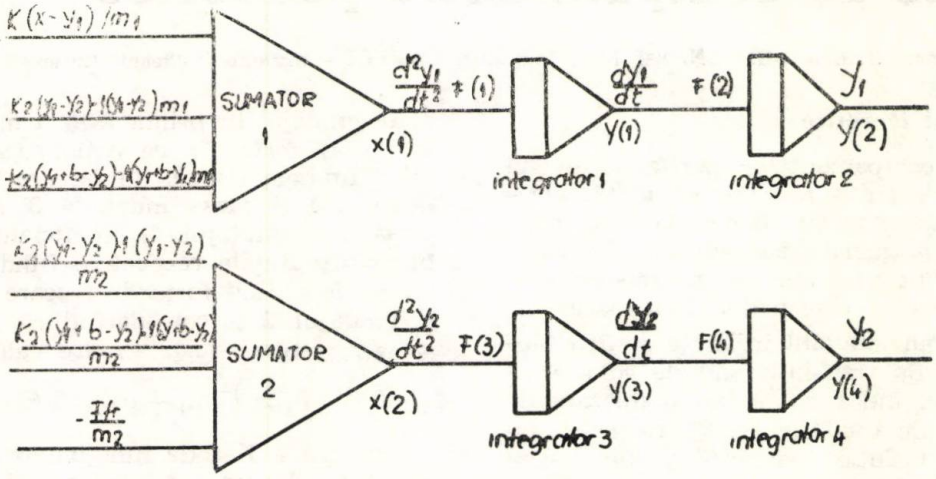


Fig. 4 Sistemul simulat, în notații „SIMSID".

P (4) = m_1, unde : $m_1 = 12{,}78.10^{-3}$ kg (masa grifei);

P (5) = m_2, unde : $m_2 = 487{,}68.10^{-6}$ kg (masa segmentului de film);

P (6) = $F_{fr\,max}$, unde : $F_{fr\,max}$ — reprezintă forța de frecare maximă din canal.

Programul a fost rulat pentru trei valori diferite ale forței de frecare maxime (0,5 ; 1,

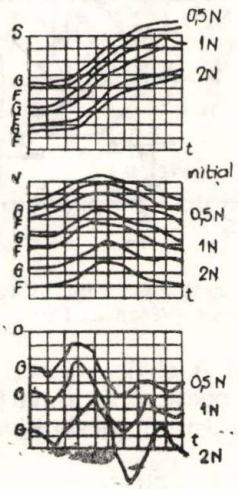


Fig. 5 Caracteristicile cinematice ale grifei și filmului.

Variabila independentă X a corespuns legii de mișcare impusă de cama sinusoidală, de profil cunoscut, ($a = a_{max} \sin \omega t$).

In figura 5 sînt prezentate caracteristicile cinematice ale grifei și filmului, pentru cele trei valori ale forței de frecare : curbele G aparțin grifei, iar F filmului.

Graficele arată diferența dintre caracteristicile grifei și cele ale filmului și totodată faptul că ambele diferă de legea de mișcare inițială (pe desen este arătată numai dependența inițială V (t).

Metodica propusă, de analiza dinamică a mecanismului de deplasare sacadată, cu grifă, permite să se evidențieze influența masei și rigidității mecanismului asupra carateristicilor cinematice ale grifei și peliculei cinematografice.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Pelecudi, Chr.* : Bazele analizei mecanismelor. Ed. Academiei R.S.R., București, 1967.

[2] *Radeș, M.* : Metode dinamice pentru identificarea sistemelor mecanice. Ed. Academiei R.S.R., București, 1979.

CZ : 621-231

Considerații privind sistemele de blocare utilizate în echipamentele periferice

Prof. dr. doc. ing. Traian **DEMIAN**, șef lucr. ing. Eugen **GRECU** – Institutul politehnic București

Considerații teoretice

În cadrul echipamentelor periferice există subansamble ce au o mișcare sacadată, obținută prin mecanisme cu clichet, la care, pentru siguranța obținerii incrementului la valorile impuse, sînt utilizate mecanisme de blocare sub forma mecanismelor indexoare.

Aceste mecanisme sînt utilizate pentru blocarea mișcării de translație sau de rotație a piesei indexate, indexorul avînd o mișcare de translație sau de oscilație [1, 2]. La cele cu mișcare de translație indexorul poate avea forma unui știft, dar pentru micșorarea uzurii, în cele mai multe cazuri, el are în capăt o bilă sau rolă.

Ambele tipuri de blocare se pot întîlni sub diferite forme constructive la subansamblele de avans al benzii perforate (de la perforatoarele și cititoarele de bandă, telexuri) sau al hîrtiei (la mașini de scris, imprimante și miniimprimante, calculatoare de birou electromecanice, înregistratoare etc.).

Blocarea și deblocarea realizîndu-se automat la atingerea valorii limită a unui parametru funcțional (forță sau moment), în proiectarea mecanismului se va ține seama tocmai de acest parametru.

Elemente de calcul pentru mecanismul de indexare a mișcării de translație

Se va considera că indexorul are forma unui știft cilindric și este apăsat tot timpul de forța din arcul 4, F_a (fig. 1). Atît indexorul cît și piesa indexată au o mișcare rectilinie în

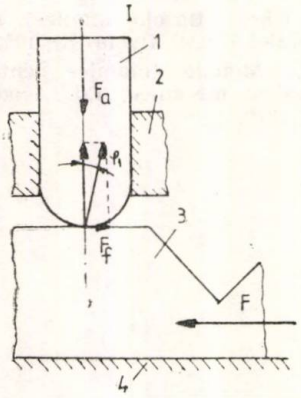


Fig. 1 Mecanismul de indexare nu este acționat (faza I-a).

nișteghidaje. În prima fază a mișcării (notată I, fig. 1) forța F_I ce acționează asupra piesei **3** învinge forțele de frecare F_{f0} (între indexorul **1** și piesa indexată **3**) și F_{f4} (între piesa **3** și ghidajul 4), coeficienții de frecare între suprafețele respective fiind μ_1 și respectiv μ_4. Neglijînd forța de frecare între indexor și ghidajul 2 și considerînd că $\mu_1 = \mu_4 = \operatorname{tg}\varphi_1 = \operatorname{tg}\varphi_4$, forța F_I are valoarea :

$$F_1 \geqslant F_a(\mu_1 + \mu_4) = 2F_a \cdot \operatorname{tg}\varphi_1 \qquad (1)$$

În faza a II-a de funcționare (fig. 2), indexorul **1** acționează asupra piesei **3**, în direcția deplasării sale. Scriind ecuațiile de momente

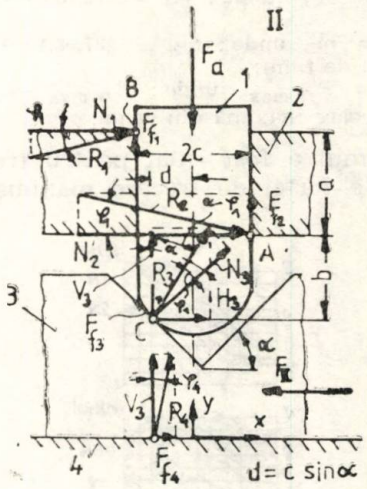


Fig. 2 Indexorul acționează în direcția deplasării piesei indexate (faza a II-a).

față de punctul **A** și de proiecție pe orizontală și verticală se poate determina [2] forța limită F ce acționează asupra piesei blocate și anume :

$$F_{II} = -\frac{F_a \cdot a[\operatorname{tg}(\alpha - \varphi_1) - \operatorname{tg}\varphi_4]}{(2b + 2c\operatorname{ctg}\varphi_1 + a)\operatorname{tg}\varphi_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \varphi_1) - 2c \cdot \sin\alpha \operatorname{tg}\varphi_1 + a} \qquad (2)$$

în care :

F_a reprezintă forța din arcul ce menține contactul indexor—piesă indexată ;

α — unghiul crestăturii (se consideră crestătura ca fiind simetrică ;

φ_1, φ_4 — unghiurile de frecare din ghidajele 2 și 4 ;

a — lungimea ghidajului 2 ;

$2c$ — lățimea indexorului 1 ;

b, d — elemente geometrice variabile ce definesc poziția punctului de contact **C** între indexor și crestătură.

Din (2) rezultă că indexorul **1** va bloca automat piesa **3** atunci cînd este îndeplinită condiția :

$$\operatorname{tg}(\alpha - \varphi_1) - \operatorname{tg}\varphi_4 > 0 \tag{3}$$

$$\alpha > \varphi_1 + \varphi_4 \tag{4}$$

Mecanismul fiind uneori insuficient gresat, se pot considera coeficienți de frecare $\mu_1 = \mu_4 = 0{,}3$, ceea ce conduce la unghiurile $\varphi_1 = \varphi_4$ 16,7°, astfel încît pentru α corespund valori mai mari de 34°.

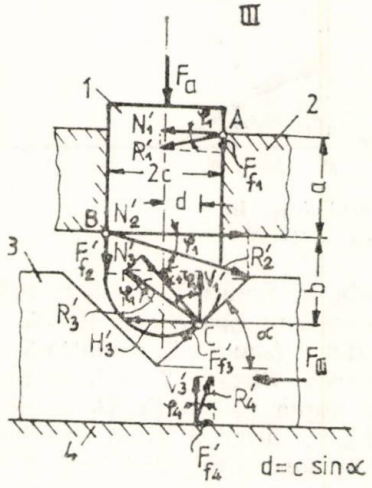


Fig. 3 Elementul activ este piesa indexată, ce va acționa asupra indexorului în sens opus deplasării sale (faza a III-a).

În faza a III-a a mișcării (fig. 3) elementul activ este piesa **3**, care va acționa supra indexorului **1** cu forța :

$$F_{III} = - \frac{F_a \cdot a[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_4]}{(2b - 2c \cdot \operatorname{tg}\varphi_1 + a) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) \cdot \operatorname{tg}\varphi_1 - 2d'' \cdot \operatorname{tg}\varphi_1 - a} \tag{5}$$

în care $d'' = c \sin\alpha$. Relația (5) a rezultat pe baza ecuațiilor de echilibru ale celor două elemente.

Mecanismul devine autoblocant atunci cînd numărătorul tinde către infinit sau numitorul este egal cu zero, astfel încît, condiția de realizare a autoblocării este :

$$\alpha \to \frac{\pi}{2} - \varphi_1 \tag{6}$$

Pentru fazele II și III se pot utiliza și relații aproximative de calcul (rezultate din aproximarea $\operatorname{tg}\varphi_4 = \operatorname{tg}\varphi_1 = 0$):

$$F'_{II} = - F_a \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \varphi_1) \tag{7}$$

$$F'_{III} = F_a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) \tag{8}$$

În acest caz, relația (4) devine

$$\alpha > \varphi_1, \tag{9}$$

adică unghiul crestăturii calculat cu relația aproximativă este de două ori mai mic.

Forțele F_{II}, F'_{II} și F_{III}, F'_{III} sînt mult diferite între ele. Pentru a le putea compara se vor utiliza rapoartele :

$$K_{II} = \frac{F'_{II}}{F_{II}} \text{ și } K_{III} = \frac{F'_{III}}{F_{III}} \tag{10}$$

În figura 4 este reprezentat modul de variație al raportului K_{II} în funcție de diferite valori ale coeficienților de frecare μ_1 și μ_4 (cuprinse între 0,1 și 0,3), considerînd pentru elementele geometrice care apar valorile : $a = b = 2c = 1$.

În mod analog, pentru faza a III-a, de deblocare, s-au reprezentat în figura 5 curbele de variație pentru raportul K_{III}, în baza relațiilor (5), (8) și (10), în funcție de diferite valori ale coeficienților de frecare μ_1 și μ_4 (cuprinse între 0,1 și 0,3), elementele geometrice care intervin avînd valorile $a = b = 2c = 1$.

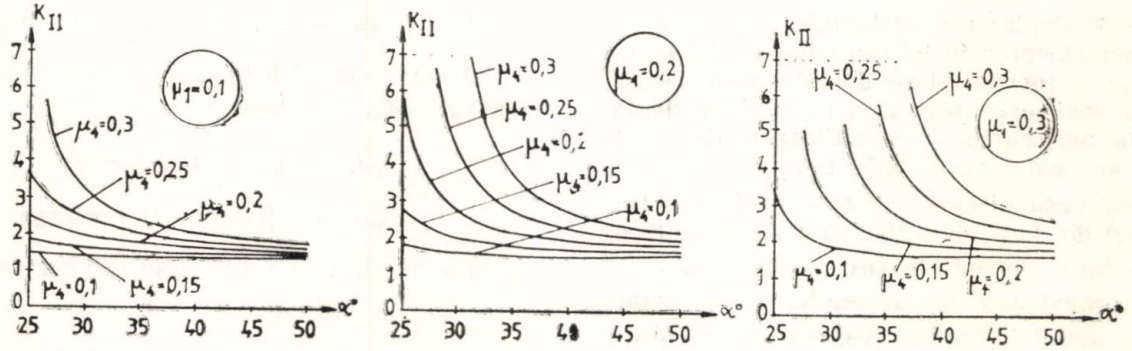


Fig. 4 Diagrame de variație a raportului K_{II} în funcție de α, μ_1, μ_4 (pentru faza a II-a).

Elemente de calcul pentru mecanismul de indexare cu element indexat în mişcare de rotaţie şi indexor de tip rolă

Indexarea propriu-zisă se realizează prin pătrunderea unei role între dinţii roţii de clichet (fig. 6), soluţia aceasta fiind întîlnită la perforatoarele de bandă, maşini de scris şi imprimate. S-au notat :

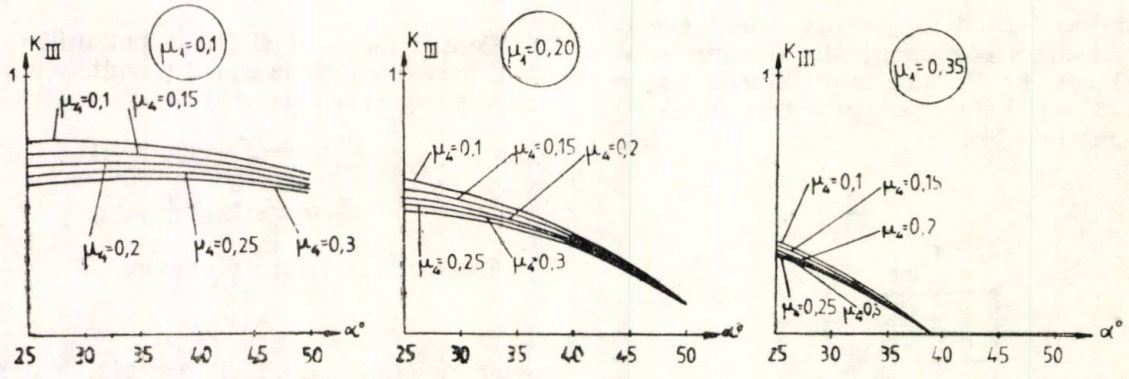


Fig. 5 Diagrame de variaţie a raportului K_{III} în funcţie de α, μ_1 μ_4 (pentru faza a III-a).

1 — camă de comandă a antrenării ; **2** — pîrghie; *3* — arc; **4** — clichet; **5** — roată de clichet; **6** — roţi de indexare; **7** — tambur cu ştifturi; **8** — bandă perforată.

Mecanismul de indexare îndeplineşte în echipamentele periferice un dublu rol : pe de o parte (datorită regimului de lucru start-stop)

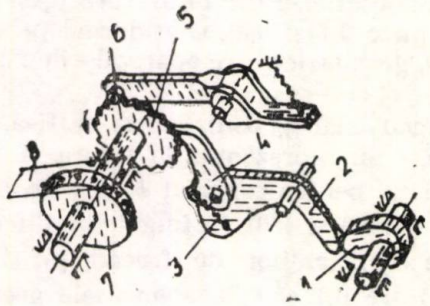


Fig. 6 Schema mecanismului de antrenare a benzii perforate la perforatorul P 16.

împiedică deplasarea sistemului antrenat — după îndepărtarea forţei sau momentului motor — datorită inerţiei şi pe de altă parte contribuie la realizarea precisă a pasului de deplasare (la perforatoarele şi cititoarele de bandă acesta are valoarea de 2,54 mm).

Chiar dacă blocarea se realizează prin formă, este de dorit şi utilizarea fenomenului de frecare între elementele care se blochează.

În proiectarea mecanismului de indexare trebuie avută în vedere valoarea momentului de blocare, acesta depinzînd de arcul de tensionare **5** şi de geometria mecanismului, care trebuie să fie mai mare decît momentul de inerţie redus la arborele roţii de clichet al elementelor antrenate.

În continuare se va determina valoarea exactă a acestui moment şi mărirea abaterii sale faţă de o valoare aproximativă pentru acelaşi moment.

Schema de funcţionare a sistemului de blocare a unui element în mişcare de rotaţie este reprezentată în figura 7, ea cuprinzînd : pîrghia **2**, în capătul căreia este fixată rola **1** şi roata de clichet (sau roata dinţată) **3** ce urmează a fi blocată. Pîrghia **2** se fixează de suportul **4** prin cupla de rotaţie O_2 şi este apăsată cu forţa F_a, de arcul **5**, pe roata dinţată.

În prima fază a mişcării roţii **3** cu viteza unghiulară ω, în sensul I (fig. 7, a) element motor va fi rola **1**, împinsă către roată de arcul **5**. În situaţia în care mecanismul de acţionare al echipamentului periferic deplasează roata de clichet cu un unghi mai mic decît cel stabilit (din cauza erorilor de execuţie, jocurile din lagăre, variaţiilor de temperatură etc.), rola va apăsa pe flancul drept al dintelui, rotind roata în sensul I. Cînd roata **3** este rotită cu un unghi mai mare decît cel stabilit, rola va apăsa pe flancul stîng rotind roata în sensul II. În acest fel, rola va acţiona asupra roţii de clichet cu un moment de blocare :

$$M_b = R \cdot \overline{BO} = R \cdot [r_1 + r_2 \cdot \cos(\alpha_1 + \beta + \gamma)] \tag{11}$$

Deoarece arcul **5** produce în mecanism momentul M_a, de valoare :

$$M_a = F_a \cdot a = R\overline{O_2D} = R \cdot$$
$$\cdot [l \sin(\alpha_1 + \beta + \gamma \mp \delta) \pm r \sin\gamma], \tag{12}$$

relaţia (11) se mai poate scrie sub forma :

$$M_b = M_a \frac{r_1 + r_2 \cos(\alpha_1 + \beta + \gamma)}{l \sin(\alpha_1 + \beta + \gamma \mp \delta) \pm r \sin\gamma} \tag{13}$$

În relațiile de mai sus s-au folosit notațiile :

R — forța rezultantă cu care rola acționează asupra dintelui și care ia în considerare atît frecarea rolei în lagăr cît și frecarea de rostogolire a rolei pe flancul dintelui ;

r_1 — raza echivalentă de frecare ($r_1 = f + r_{r1}\mu_r$);

f — coeficientul frecării de rostogolire a rolei pe dinte ;

r_{r1} — raza lagărului rolei ;

μ_r — coeficientul frecării de alunecare din lagărul rolei ;

α_1, α_2 — unghiurile de la vîrful dintelui față de axa dintelui ;

β — unghiul format de axa dintelui cu linia centrelor OO_1 ;

γ — unghiul de frecare rezultant, format de rezultanta R cu normala la suprafața dintelui în punctul de contact rolă—dinte, și care ia în considerare atît frecarea din lagărul rolei **1** cît și frecarea de rostogolire la contactul rolă—dinte.

Semnele minus în fața lui δ și plus în fața lui ($r \sin \gamma$) se referă la sensul de rotație al roții **3**, conform săgeții I, iar semnele plus în fața lui δ și minus în fața lui ($r \sin \delta$) — la sensul de rotație II, cînd rola apasă asupra flancului stîng al dintelui D_2.

Unghiul δ se măsoară în sensul săgeții, de la tangenta în punctul O_1 la cercul de rază r_2. În situația în care forțele de frecare din lagărul rolei și de pe flancul dintelui sînt mici (deci unghiul γ este neglijabil), unghiul δ tinde către O și, pentru asigurarea unui aceluiași moment de blocare pentru ambele sensuri de rotație, se poate plasa axa de rotație O_2 a sistemului — fără a introduce o eroare prea mare — pe tangenta în punctul O_1 la cercul de rază r_2.

Cum în practică, de obicei, $\alpha_1 + \beta + \gamma \simeq 45°$, iar unghiul δ este mic, se poate considera în relația (13) că :

$$r_1 \ll r_2 \cos(\alpha_1 + \beta + \gamma)$$

și $$r \cdot \sin\gamma \ll l \sin(\alpha_1 + \beta + \gamma),$$

astfel încît relația menționată se poate scrie sub forma aproximativă :

$$M_b^a \simeq \frac{M_a \cdot r_2}{l \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1 + \beta + \gamma)} \qquad (15)$$

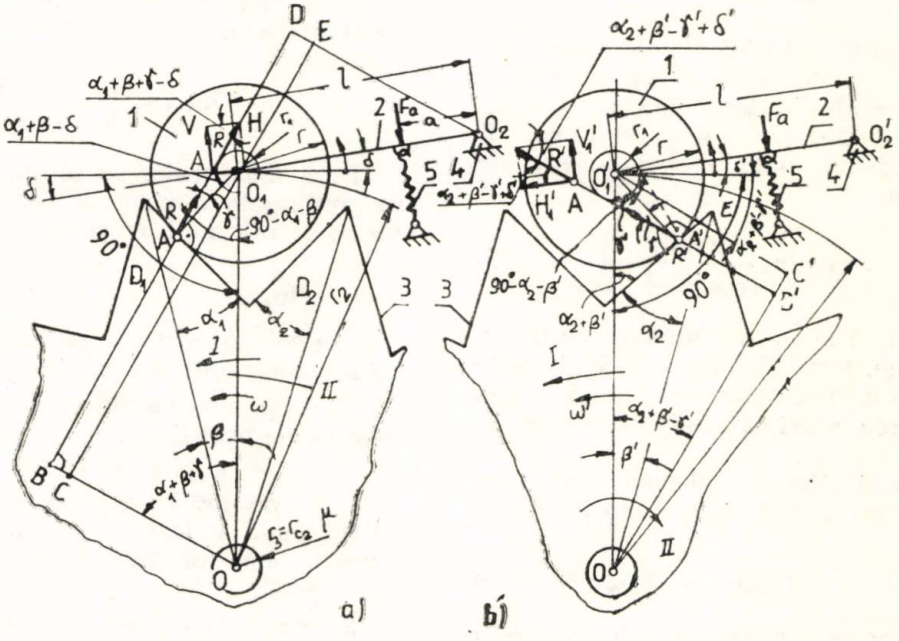


Fig. 7 Schema de funcționare a mecanismului de indexare pentru mișcarea de rotație.

Dacă dintele roții este simetric, deci $\alpha_1 = \alpha_2$, momentul de blocare M_b va fi același, pentru ambele sensuri de rotație, cînd este îndeplinită condiția :

$$l \sin(\alpha_1 + \beta + \gamma - \delta) + r \sin\gamma =$$
$$= l \sin(\alpha_1 + \beta + \gamma + \delta) - r \sin\gamma,$$

de unde :

$$\delta = \arcsin \frac{r \sin\gamma}{l \cos(\alpha_1 + \beta + \gamma)} \qquad (14)$$

În faza a doua a mișcării (fig. 7, b), elementul activ este roata **3**, ce se mișcă în sensul I și tinde să deblocheze mecanismul, prin deplasarea rolei **2** și a pîrghiei **1**. Momentul M_d, necesar deblocării mecanismului este :

$$M_d = M_m - M_{f3} = R' \cdot \overline{B'O} =$$
$$= R' \left[r_2' \cdot \cos(\alpha_2 + \beta' - \gamma') - r_1 \right] = \qquad (16)$$
$$= M_a \frac{r_2' \cos(\alpha_2 + \beta' - \gamma') - r_1}{l \cdot \sin(\alpha_2 + \beta' - \gamma' \pm \delta') \pm r \sin\gamma}$$

unde M_m este momentul motor (de acționare) aplicat roții **3** și M_{f3} — momentul de frecare din lagărul roții **3**. Celelalte notații sînt aceleași ca în relația (13).

Pentru această fază, relația aproximativă de calcul este :

$$M_d^a \simeq M_a \cdot \frac{r_2'}{l \cdot \operatorname{tg}(\alpha_2 + \beta' - \gamma')} \qquad (17)$$

În relația (16) semnul plus înaintea lui δ' se referă la sensul de rotație I, iar semnul minus la sensul de rotație II. Pentru ca momentul de deblocare să fie același pentru ambele sensuri de rotație, este necesar să fie îndeplinită condiția :

$$l \cdot \sin(\alpha_2 + \beta' - \gamma' + \delta') + r \sin\gamma' =$$
$$= l \sin(\alpha_2 + \beta' - \gamma' - \delta') - r \sin\gamma',$$

din care rezultă :

$$\delta' = \operatorname{arc\,sin} \frac{r \sin\gamma'}{\cos(\alpha_2 + \beta' - \gamma')} \qquad (18)$$

unghi ce se măsoară în același sens ca în cazul precedent.

Pentru ușurința calculelor, deoarece unghiurile δ și δ' calculate cu relațiile (14) și (18) sînt diferite, în situația în care $\alpha_1 = \alpha_2$, iar unghiurile de frecare γ și γ_1 sînt egale și mici, se poate calcula unghiul δ suficient de precis cu relația :

$$\delta = \delta' = \operatorname{arc\,sin} \frac{r \sin\gamma}{l \cos(\alpha_1 + \beta)} \qquad (19)$$

Pe măsură ce rola se deplasează pe dinte, unghiul scade, forța F_a din arc crește, astfel încît momentul necesar rotirii roții **3** crește, atingînd valoarea maximă cînd rola este în vîrful dintelui.

Dispozitivul devine autoblocant cînd momentul M_d tinde către infinit, adică atunci cînd :

$$\alpha_2 + \beta' - \gamma' \to 0 \text{ sau } \alpha_2 + \beta' \leqslant \gamma' \qquad (20)$$

Dacă rola nu se rotește (sau pîrghia este profilată în zona de contact cu roata cu un semicerc de rază r), forța de frecare dintre pîrghie și flancul dintelui este mai mare, astfel încît unghiurile $\alpha_2 + \beta'$ ce asigură autoblocarea va fi mai mare și anume :

$$\alpha_2 + \beta' \leqslant \varphi, \quad \text{deoarece } \varphi > \gamma'$$

S-a notat cu φ unghiul de frecare ($\operatorname{tg}\varphi = \mu_2$ = coeficentul de frecare pîrghie-dinte). Cursa de ridicare a rolei, pentru mecanismul din figura 6 se calculează cu relația :

$$h_{min} = \frac{p}{2} \operatorname{ctg}\alpha - r \frac{1 - \sin\alpha}{\cos\alpha}$$

unde p reprezintă pasul danturii, iar α semiunghiul la vîrf al dintelui.

La mașinile de scris (subansamblul car) și la unele perforatoare de bandă, din cauza preciziei mari de deplasare a roții de clichet sub acțiunea mecanismului de avans (lucru ce limitează domeniul de variație al deplasării unghiulare față de poziția nominală), se utilizează soluția de indexare din figura 8 la care cursa

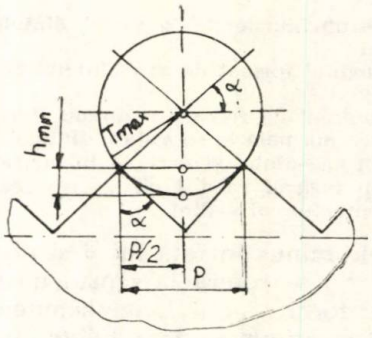


Fig. 8 Soluție de indexare la limită.

maximă de deplasare a rolei va fi mai mică decît în cazul precedent, avînd valoarea :

$$h_{min} = \frac{p}{2} \frac{1 - \sin\alpha}{\cos\alpha}$$

Dezavantajul acestei soluții îl prezintă uzura pronunțată a vîrfurilor crestăturilor (care totuși se rotunjesc cu o rază de 0,3 . . . 1 mm).

Concluzii

Din cele de mai sus, pentru cele două tipuri de mecanisme de indexare se poate aprecia că:

a) — pentru mecanismele de indexare cu mișcare de translație :

— la blocare (faza a II-a) :

1. pe măsură ce coeficientul de frecare μ_4, dintre piesa indexată și ghidajul său crește, formula aproximativă dă erori mari față de cea exactă ;

2. pentru valori ale coeficientului $\mu_4 = 0{,}1 \div 0{,}5$, formula aproximativă dă erori acceptabile pentru valori ale unghiului $\alpha = 35^0 \div 50^0$ (pentru valori ale lui $\mu_1 = 0{,}1 \div 0{,}15$, domeniul unghiului α se extinde la intervalul $25^0 \div 50^0$) ;

3. pe măsura creșterii coeficienților de frecare (deci mecanismul funcționează nedegresat) domeniul de folosire a relației aproximative se reduce la valori ale lui α cuprinse între 40—50^0 ;

4. în domeniul coeficienților de frecare μ_1, μ_4 mici și a unghiurilor $\alpha = 30^0$—50^0, diferențele între relația aproximativă și cea exactă sînt nesemnificative ;

5. relația aproximativă, în cazul blocării, dă forțe mult mai mari decît relația exactă (K_{I}^{I} este mereu supraunitar) ;

— la deblocare (faza a III-a) :

1. relația aproximativă dă forțe mai mici decît relația exactă (K_{III} fiind subunitar) ;

2. pentru $\mu_1 = 0{,}1$ și $\mu_4 = 0{,}1 \div 0{,}3$, formula aproximativă poate fi utilizată fără a da erori mari ;

3. reșterea coefientului de frecare μ_1 de la 0,15 la 0,3 limitează unghiul α între 25—30°.

Pentru valori $\mu_1 = 0{,}1 \ldots 0{,}2$ și $\mu_4 = 0{,}1 \ldots 0{,}2$ formula aproximativă poate fi folosită pentru unghiuri $\alpha = 30^0 \ldots 40^0$, lucru de altfel confirmat și de practică ;

b) — pentru mecanismele de indexare la mișcarea de rotație :

— utilizarea relațiilor (15) și (17) permite calculul mai rapid al momentelor de blocare și deblocare. Abaterea față de relațiile precise este nesemnificativă, după cum se va vedea în exemplul de mai jos (aplicat pe mecanismul perforatorului de bandă standard P 16). Datele de intrare : $\alpha_1 = 60^0$, $\alpha_2 = 30^0$, $r = 6$ mm, $l = 22$ mm, $r_2 = 15$ mm, $r_1 = 1$ mm, $\gamma = 5^0$, $\beta \simeq 4$—5^0. În baza relației (14) va rezulta $\delta = 3{,}6^0$. Deci, $M_b = 0{,}3106\ M_a$ și $M_b^a = 0{,}2617\ M_a$, diferența dintre ele fiind mai mică decît 5%. Analog $M_d = 0{,}979\ M_a$ și $M_d^a = 1{,}23\ M_a$, diferența dintre ele fiind de aproximativ 25%.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Trylinski, W.:* Drobne mechanizmy i przyrzady precyzyjne — Wydawnictwa Naukowo — Techniczne, Warszawa, 1978.

[2] *Demian, T., Tudor, D., Grecu, E.:* Mecanisme de mecanică fină. Editura didactică și pedagogică, București, 1982.

CZ : 621.322

Influența parametrilor geometrici ai căilor de rulare asupra capacității de încărcare dinamice de bază a rulmenților cu bile

Dr. ing. Constantin Anton **MICU**, ing. Iosif **CURIȚA** – Institutul politehnic București

Mărimea necesară a unui rulment radial cu bile pentru diversele aplicații, funcționînd la o turație $n > 10$ rot/min, se determină — corespunzător naturii sarcinilor care acționează în reazeme, cerinței de durabilitate și siguranței în exploatare — pe baza unui parametru caracteristic important — capacitatea de încărcare dinamică de bază, C. Aceasta reprezintă sarcina care acționează pur radial, constantă în mărime și direcție, la care grupa de rulmenți aparent identici, cu inelul interior rotativ și cel exterior fix, atinge durabilitatea nominală $L_1 = 10^6$ [rotații sau $L_h = \frac{10^6}{60 n_r}$ [ore de funcționare], unde n_r și n_i viteza inelului interior, exprimate în rot/min.

Pentru rulmenții standardizați s-au stabilit relații aproximative, în vederea calculului capacității de încărcare dinamice de bază, asimilate și de STAS 7160-82. În plus, cataloagele firmelor producătoare indică, totdeauna, alături de dimensiunile principale ale rulmenților, și valorile capacităților de încărcare dinamice de bază, foarte diferențiate, însă, chiar la aceleași tipodimensiuni.

Posibilitatea găsirii unei valori cît mai corespunzătoare a acestei capacități, pentru orice tip de rulment radial cu bile, care să țină seama atît de factorii care-i condiționează mărimea într-o anumită aplicație, cît și de fenomenele intrinseci ale funcționării acestuia, ce grevează asupra rezistenței materialelor elementelor structurale, a suscitat ideea conceperii unei metodici de calcul adecvate. La elaborarea acestei metodici s-a pornit de la ipoteza că durabilitatea este limitată, în general, din cauza fenemonelor oboselii materialelor straturilor superficiale ale elementelor în contact. Semnele acestei oboseli apar, cu precădere, pe suprafața căii de rulare a inelului care se rotește și se manifestă, inițial, printr-o microfisurare sub stratul superficial, care înaintează spre suprafață, provocînd, în final, desprinderi de particule de material.

Aceasta este o uzură de tipul ciupiturilor (pitting), care se întîlnește și pe flancurile dinților roților dințate.

Pentru mărimea capacității de încărcare dinamice de bază a unui rulment radial cu bile prezintă importanță numărul contactelor de tip hertzian, suportate de orice punct al căilor de rulare ale inelelor, din partea corpurilor de rostogolire, la rotirea sub sarcină de o direcție constantă. La fiecare rotație a coliviei față de unul din inele, peste un punct al căii de rulare a inelului respectiv trec toate corpurile de rostogolire. Pentru inelul interior rotitor, frecvența scolicitărilor repetate, suportate de orice punct al căii de rulare, este :

$$f_i = 0{,}5 n_i \left(1 + \frac{d_b}{D_c} \cos\alpha\right) \frac{z}{2} \text{ [solic./min]}, \tag{1}$$

unde :

D_c reprezintă diametrul cercului centralelor bilelor, în [mm];

d_b — diametrul bilelor, în [mm];

z — numărul bilelor pe un singur rînd;

α — unghiul nominal de contact, în grade, care în cazul considerat este zero.

În fiecare punct de contact hertzian, în secțiunea căii de rulare se amorsează o stare de tensiune spațială. În cazul în care inelul exterior este fix iar cel interior rotitor, tensiunile de contact variază corespunzător unei încărcări cu o sarcină variabilă, după un ciclu pulsator, între limitele 0 și C. Variația tensiunii de contact determină caracterul și natura distrugerii rulmenților (uzura de oboseală de contact determină caracterul și natura distrugerii rulmenților (uzura de oboseală de contact) [1, 2, 3, 4, 6, 8].

La rulmenții radiali în fiecare moment, sarcina acționează numai, asupra a $\frac{z}{2}$ bile, respectiv bilele sînt solicitate doar pe jumătate din rotația inelului interior.

Din punct de vedere al calculului de rezistență la oboseală de contact a materialului, trebuie definită ipoteza referitoare la tensiunile decisive în apariția și evoluția acestui fenomen. Astfel, unele ipoteze consideră hotărîtoare tensiunile echivalente [5]. În prezent se admite, pe plan internațional, ca decisivă pentru generarea microfisurilor, tensiunea tangențială ortogonală τ_{yz} [8], care atinge valoarea maximă $\tau_{yz\,max}$ sub suprafața de contact, la adîncimea z_{max}, a cărei mărime depinde de semiaxele elipsei, și se determină cu relația :

$$\tau_{yz\,max} = \xi \cdot \sigma_{k\,max} \tag{2}$$

De exemplu, pentru raportul semiaxelor $\frac{b}{a} = 0{,}5$ rezultă [6] :

$$\tau_{yz\,max} = 0{,}325\,\sigma_{k\,max}$$

Relația tensiunii normale maxime, corespunzătoare unui punct de contact hertzian [1, 2, 3, 5, 6, 7], este :

$$\sigma_{k\,max} = \frac{1}{\pi} \frac{1}{n_a \cdot n_b} \sqrt[3]{\frac{3}{2}\left(\frac{\sum \frac{1}{\rho}}{E_e}\right)^2 Q_{max}} \leqslant \sigma_{ak}, \tag{3}$$

în care :

— n_a și n_b sînt coeficienții semiaxelor elipsei de contur, avînd expresii complexe și un mod de rezolvare specific [2, 6];

— $\sum \frac{1}{\rho}$ reprezintă suma curburilor principale ale suprafețelor elementelor la locul contactului inițial al acestora, care pentru cazul particular bilă — cale de rulare, are expresia :

$$\sum \frac{1}{\rho} = \frac{1}{d_b}\left(4 - \frac{1}{0{,}52} + \frac{2\gamma}{1-\gamma}\right), \tag{4}$$

unde $\gamma = \frac{d_b \cdot \cos\alpha}{D_e}$, în care $D_c \approx D_m = \frac{d+D}{2}$, d și D fiind diametrele, interior și exterior, ale rulmentului ;

— E_e este modulul de elasticitate longitudinal al materialelor elementelor în contact, avînd relația:

$$E_e = \frac{1-\nu_I^2}{E_I} + \frac{1-\nu_{II}^2}{E_{II}}, \tag{5}$$

în care ν_I și ν_{II} sînt coeficienții lui Poisson ai materialelor elementelor în contact, iar E_I și E_{II} modulele de elasticitate longitudinale ale materialelor aceloraşi elemente ;

— Q_{max} semnifică sarcina maximă în punctul de contact, dată de relația :

$$Q_{max} = \frac{C}{m}, \tag{6}$$

unde :

$$m = 1 + 2\cos^{\frac{5}{2}}\alpha + 2\cos^{\frac{5}{2}}2\alpha + \ldots + 2\cos^{\frac{5}{2}} n\cdot\alpha, \tag{7}$$

cu condiția ca $n.\alpha \leqslant 90^0$ [1, 2, 3, 4].

În această situație, ținînd seama că, în cazul inelului interior rotitor, tensiunile variază după un ciclu pulsator, expresia tensiunii normale maxime pentru acest ciclu, $\sigma_{k_0 max}$, este :

$$\sigma_{k_0 max} = \frac{1}{\pi} \frac{1}{n_a \cdot n_b} \sqrt[3]{\frac{3}{2}\left(\frac{\sum \frac{1}{\rho}}{E_e}\right)^2 \frac{C}{m}}, \tag{8}$$

care, coroborată cu relația (2) conduce la tensiunea tangențială ortogonală :

$$\tau_{yz\,max} = \xi \frac{1}{\pi} \frac{1}{n_a \cdot n_b} \sqrt[3]{\frac{3}{2}\left(\frac{\Sigma \frac{1}{\rho}}{E_e}\right)^2 \frac{C}{m}}, \tag{9}$$

Dacă valoarea lui $\tau_{yz\,max}$ este determinată experimental, se poate deduce, din relația (9), expresia capacității de încărcare dinamice de bază, și anume :

$$C = 20{,}67\, m \cdot n_a^3 \cdot n_b^3 \left(\frac{\tau_{yz\,max}}{\xi}\right)^3 \left(\frac{E_e}{\Sigma \frac{1}{\rho}}\right)^2 \tag{10}$$

Corespunzător unei valori medii a lui $\tau_{yz\,max} \approx 1700$ N/mm², s-a examinat influența parametrilor geometrici ai elementelor în contact și numărului de bile respectîndu-se condițiile funcționale, asupra mărimii capacității de încărcare dinamice de bază calculate cu ajutorul relației (10). Studiul a fost efectuat asupra rulmentului radial cu bile, seria 625, din producția Intreprinderii de rulmenți din Alexandria, rezultatele fiind prezentate în diagramele din figurile 1, 2, 3 și 4. Analiza acestora relevă **concluziile** următoare:

— capacitatea de încărcare dinamică de bază a rulmentului variază liniar în funcție de numărul

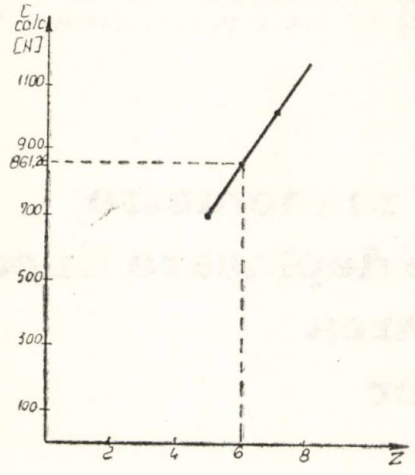


Fig. 1 Diagrama $C_{calc} = f(z)$

C_{calc} – capacitatea de încărcare dinamică de bază calculată ;
z – numărul bilelor.

bilelor (fig. 1) și similar, dar cu o pantă diferită, în raport cu mărimea razei de curbură a inelului interior, în planul principal (fig. 2);

— o influență apreciabilă asupra capacității de încărcare dinamice de bază a rulmentului o au variția mărimilor elementelor în contact, raza căii de rulare a inelului interior și diametrul bilelor — prezentată în diagramele din figurile 3 și 4 ;

Pentru mărimile reale ale acestor parametri geometrici, în diagramele respective s-a precizat valoarea corespunzătoare a capacității de încărcare dinamice de bază, specificată de întreprinderea producătoare [7].

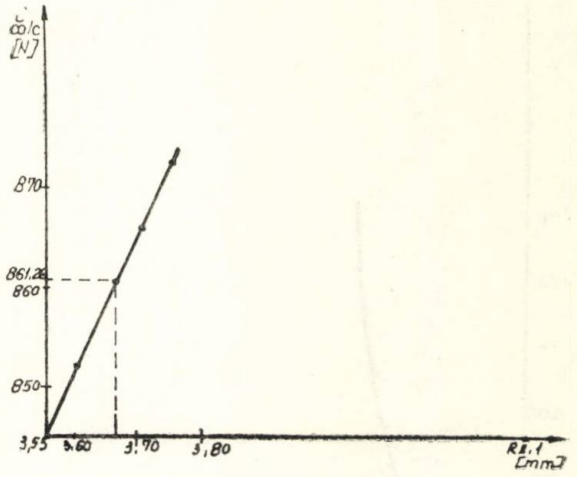


Fig. 2 Diagrama $C_{calc} = f(R_{II,1})$

C_{calc} – capacitatea de încărcare dinamică de bază calculată ;
$R_{II,1}$ raza de curbură a inelului interior, în planul principal

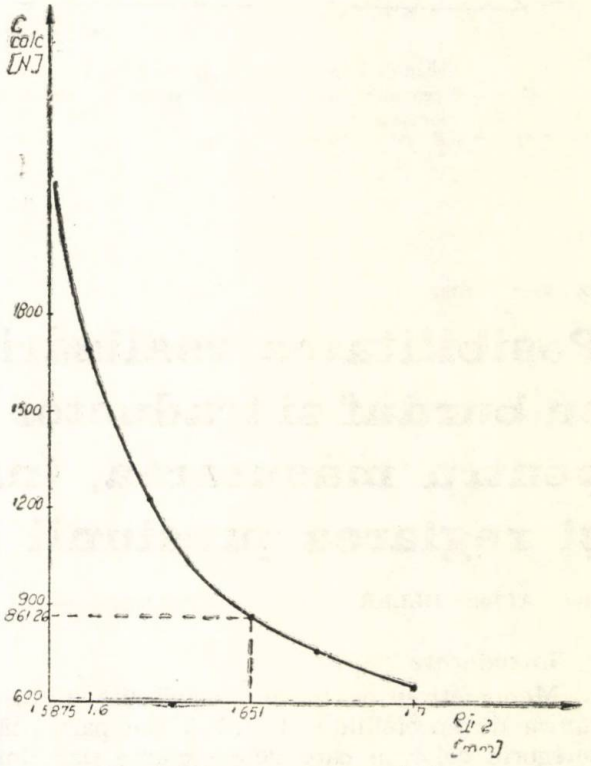


Fig. 3 Diagrama $C_{calc} = f(R_{II,2})$

C_{calc} – capacitatea de încărcare dinamică de bază calculată ;
$R_{II,2}$ – raza căii de rulare a inelului interior

Se observă că, prin reducerea razei căii de rulare a inelului interior, capacitatea de încărcare dinamică de bază crește rapid, tinzînd,

teoretic, către ∞, în situația în care aceasta devine egală cu raza corpurilor de rostogolire. Aceeași situație are loc și în cazul în care raza bilelor tinde spre mărimea razei căii de rulare a inelului interior.

Este posibil ca, prin variații mici ale dimensiunilor corpurilor de rostogolire și căilor de rulare ale inelelor, să se obțină, în ipoteza acelorași solicitări, creșteri substanțiale ale valorii capacității de încărcare dinamice de bază a rulmenților radiali cu bile.

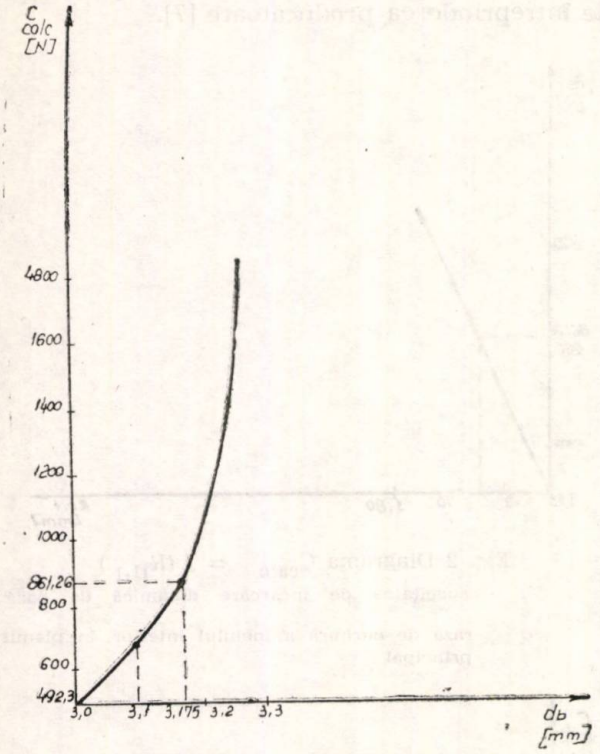


Fig. 4 Diagrama $C_{calc} = f(d_b)$

C_{calc} – capacitatea de încărcare dinamică de bază calculată ;
d_b – diametrul bilelor.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Demian Tr.* : Elemente constructive de mecanică fină. Editura didactică și pedagogică, București, 1980.

[2] *Fröhlich, J.* : Technika ulozeni s valivymi lozisky, SNTL — Nakladatelstvi technicke literatury, Praha, 1978.

[3] *Harris, T. A.* : Rolling Bearing Analysis. Editura John Wiley & Sons, Inc., New York — Sydney, 1966.

[4] *Manea, Gh. ș.a.:* Organe de mașini, vol. II. Editura tehnică, București, 1958.

[5] *Popinceanu, N. G., Diaconescu, E. N., Crețu, S. Sp.* : Decisive Stresses in Rolling Contact Fatigue. In: Wear, 1980.

[6] *Ponomariov, S. D. ș.a.:* Calculul de rezistență în construcția de mașini, vol. II (trad. din limba rusă). Editura tehnică, București, 1963.

[7] x x x : Îndrumător pentru construcția lagărelor cu rulmenți. M.I.C.M., București, 1974.

[8] *Lundberg, C., Palmgren, A.:* Dynamic Capacity of Roller Bearings. In: Acta Polit. Mech. Engrs. Sr. 2 (4), p. 1—96, 1952.

[9] *Micu, C.A., Curița, I.:* Metodică de calcul a capacității de încărcare dinamice de bază a rulmenților radiali cu bile. In COMEFIN 1, vol. I, p. 105—115, București, 1982.

[10] *Micu, C.A., Curița, I.:* Asupra calculului capacității de încărcare dinamice de bază în cazul rulmenților radiali cu bile. In: TRIBOTEHNICA '82, vol. I, p. 61—76, Ploiești, 1982.

CZ : 681.2 : 531.787

Posibilitatea realizării unor manometre cu burduf și traductor Hall de deplasare liniară, pentru măsurarea, înregistrarea și reglarea presiunii fluidelor

Ing. Afilon **HELER** – C.C.I.T.P.I.T.C. Timișoara

Introducere

Manometrele cu burduf, cunoscute în literatura de specialitate [1 . . . 11], fac parte din categoria celor în care determinarea presiunii se efectuează compensînd forța corespunzătoare acesteia, cu o altă forță. Se determină deformația pe care o suferă burduful, ca element elastic, pînă cînd forțele corespunzătoare presiunii sînt echilibrate de forțele elastice care apar în burduf în urma deformării sale.

Burduful ca element elastic

Elementul elastic tip burduf este cunoscut în literatura de specialitate și sub alte denumiri ca : tub cu perete ondulat, tub armonică, tub gofrat, silfon etc. Se folosește în special la aparatele pneumatice de comandă și reglare din sistemele de reglare automată.

Burduful are forma unei cutii cilindrice, peretele său fiind subțire și avînd ondulații regulate (uniforme) cu terminații semicircula-

re, astfel încît este deformabil, putînd suferi deformații axiale de lungire sau scurtare. Se confecționează [5] din : alamă, Be—Cu, alpaca, bronz placat cu nichel, zincat sau cadmiat,

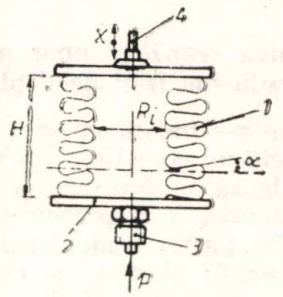


Fig. 1 Burduful elastic.

oțeluri rezistente la acizi și inoxidabile. În figura 1 este reprezentat schematic burduful elastic.

La partea inferioară, burduful **1** este fixat rigid de suportul **2**, acesta fiind prevăzut cu un niplu de legătură **3**, prin care pătrunde fluidul ce are presiunea p. În exteriorul burdufului presiunea este p_0, care poate fi cea atmosferică.

Partea superioară a burdufului fiind închisă este legată cu mecanismul de transmitere și amplificare prin intermediul tijei **4**. Acest mecanism este format din tijă, sisteme de pîrghii și o transmisie cu sector dințat.

Dacă un asemenea burduf este supus unei presiuni suplimentare din afară sau dinăuntru, înălțimea lui H va scădea sau va crește, deoarece diferitele sale secțiuni orizontale se vor deplasa paralel cu ele însele. În cazul cînd presiunea de măsurat acționează în exteriorul burdufului, atunci tija **4** trebuie scoasă afară printr-o garnitură de etanșare.

Atunci cînd burduful este utilizat la măsurarea unor diferențe de presiune [3] și cu scopul de a imprima acestuia o mai mare rigiditate în interiorul burdufului se introduce un resort cilindric spiral.

Deplasarea lineară X, pe care a efectuează tija **4** sub acțiunea unei presiuni de măsurat p, este practic direct proporțională cu aceasta [6, 10], putîndu-se deci scrie :

$$X = C\,p \tag{1}$$

Pentru factorul de proporționalitate C, literatura de specialitate [10] indică expresia:

$$C = \frac{n\,(1-\mu^2)}{Eh\left(A_0 + \alpha A_1 + \alpha^2 A_2 + B_0 \frac{h^2}{R_i^2}\right)} \tag{2}$$

în care :

n — numărul de ondulații ale burdufului;
μ — coeficientul lui Poisson;
E — modulul de elasticitate al materialului din care e confecționat burduful ;
h — grosimea peretului burdufului ;
R_i — raza interioară a burdufului (fig. 1) ;
α — unghiul ondulației (fig. 1) ;
A_0, A_1, A_2, B_0 — constante, la burduf dat.

În cazul cînd se execută un burduf cu astfel de ondulații încît $\alpha = 0$, rezultă pentru C, expresia cea mai simplă :

$$C = \frac{n(1-\mu^2)}{Eh\left(A_0 + B_0 \frac{h^2}{R_i^2}\right)} \tag{3}$$

Pentru deplasarea lineară X, literatura de specialitate [2, 3, 4, 5] indică drept limite superioare (8÷10) mm.

Domeniul de măsurat și sensibilitatea aparatelor realizate cu burduf elastic sînt funcție de grosimea pereților și diametrul burdufului, de forma, numărul și celelalte dimensiuni ale ondulațiilor.

În literatura de specialitate [1, 3, 4, 6, 9], domeniile maxime de măsură sînt cele cuprinse între 0,2 și 0,78 MN/m^2.

Asemenea aparate prezintă avantajul unor frecări foarte reduse, fiind asigurate condiții bune de etanșare. Ca dezavantaje se menționează :

— sînt susceptibile a se deforma în domeniul neelastic la depășirea presiunii limită de lucru ;

— datorită sensibilității relativ mari, se impun calibrări repetate și efectuate deosebit de îngrijit ;

— prezintă unele dificultăți la confecționarea burdufului.

Din cele de mai sus rezultă că burduful, ca element elastic, constituie un traductor mecanic ce asigură o dependență lineară (1) între deplasarea lineară X (care atinge valoarea maximă de 8÷10 mm) și presiunea p (de valoare maximă 0,2÷0,78 MN/m^2).

Traductorul Hall de deplasare lineară

Multiplicatorul Hall este tratat în detaliu de literatura de specialitate, fiind prezentat și de autor cu ocazia altor lucrări [12, 13, 14]. Schema electrică a unui multiplicator Hall poate fi reprezentată ca în figura 2. Circuitul de excitație al multiplicatorului este format dintr-un circuit magnetic prevăzut cu un întrefier δ și avînd pe el uniform repartizate N_B spire parcurse de curentul de excitație I_B. Solenația $N_B I_B$ asigură în întrefier o inducție magnetică $\overline{B}$ în care se află sonda Hall

SH. Tensiunea Hall U_H, măsurată de milivoltmetrul mV montat în circuitul Hall, are expresia cunoscută :

$$U_H = K_H I_c B \tag{4}$$

unde :

K_H — sensibilitatea în sarcină a multiplicatorului Hall, în [volt/amper.tesla] ;
I_c — curentul din circuitul de comandă, care străbate sonda Hall longitudinal, în [amperi] ;
B — inducția magnetică în care se află sonda Hall **SH** și care este normală la suprafața acesteia, în [tesla].

Caracterul de multiplicator rezultă din relația (4), deoarece U_H este proporțională cu produsul a două mărimi I_c și B.

Din expresia tensiunii Hall (4) rezultă posibilitatea măsurării unei deplasări lineare X,

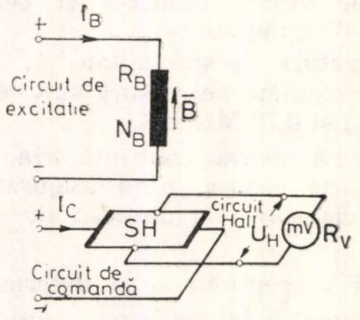


Fig. 2 Schema electrică a multiplicatorului Hall.

prin măsurarea lui U_H, dacă inducția magnetică B (normală la suprafața sondei Hall) este constantă în timp, dar variază linear în spațiu după direcția X, iar curentul de comandă I_c este menținut constant. Ca urmare, circuitul de excitație al multiplicatorului Hall (fig. 2) trebuie să asigure un cîmp magnetic neomogen, constant în timp, de un gradient al inducției magnetice $\frac{\partial B}{\partial X}$ = constant, deci cu o variație lineară după X. În aceste condiții se poate scrie :

$$B = K_B X, \tag{5}$$

respectiv :

$$U_H = K_H I_c B = K_H I_c K_B X = K_d X \tag{6}$$

unde K_d este o constantă.

Caracterul de traductor Hall de deplasare lineară a multiplicatorului Hall, în condițiile susmenționate, rezultă din (6). Tensiunea Hall U_H este o măsură a deplasării X (deplasare pe care o efectuează sonda Hall) într-o direcție de-a lungul căreia inducția magnetică B variază linear (gradient constant). Un asemenea traductor Hall de deplasare lineară a fost folosit de autor și cu ocazia altor lucrări [12, 14].

Literatura de specialitate [15, 16] prezintă unele sisteme magnetice (circuite de excitație pentru producerea lui B) care să asigure o dependență lineară între tensiunea Hall U_H și deplasarea lineară X a sondei Hall.

Posibilitatea realizării unor manometre cu burduf și traductor Hall de deplasare lineară

După cum s-a menționat mai sus, burduful ca element elastic constituie un traductor mecanic ce asigură o dependență lineară între deplasarea lineară X și presiunea p (1).

Pe de altă parte, traductorul Hall de deplasare lineară realizează o dependență tot lineară între tensiunea Hall și o deplasare lineară X a sondei Hall (6).

Din cele de mai sus rezultă posibilitatea măsurării presiunii p prin tensiunea Hall U_H, dacă mărimea de ieșire X a traductorului mecanic cu burduf devine mărime de intrare pentru traductorul Hall de deplasare lineară. Pe baza relațiilor (1) și (6) se poate scrie :

$$U_H = K_d X = K_d C p \tag{7}$$

sau :

$$p = \frac{1}{CK_d} U_H = K_p U_H \tag{8}$$

unde :

$K_p = \frac{1}{CK_d}$, este o constantă, în [N/m^2 · V]

Ansamblul format din burduful elastic și traductorul Hall de deplasare lineară poate constitui un manometru, milivoltmetrul mV (fig. 2) putînd fi etalonat direct în unități de presiune (8). Pentru realizarea unor astfel de manometre, cu burduf elastic și traductor Hall de deplasare lineară, sonda Hall SH (fig. 2) se fixează rigid direct pe partea superioară a burdufului, în locul tijei 4, fără nici un mecanism de transmitere. Fixarea sondei se face într-o astfel de poziție încît să se asigure deplasarea sa (odată cu deplasarea părții superioare a burdufului sub acțiunea presiunii de măsurat p) în cîmpul magnetic de inducție B, cu $\frac{\partial B}{\partial X}$ = = constant.

Cu asemenea manometre s-ar putea măsura și înregistra presiunea p, prin măsurarea și înregistrarea tensiunii Hall. Prin această tensiune se poate realiza și o reglare a presiunii p.

Rezultatele experimentale

Pentru cazul folosirii burdufului elastic se obțin [2, 3, 4, 5] deplasări lineare ale tijei 4 (fig. 1) care nu depășesc valori de X = (8÷

÷10) mm. Ca urmare este necesar un circuit magnetic (parte integrantă a circuitului de excitație a traductorului Hall) care să asigure un cîmp magnetic neomogen, constant în timp, de un gradient al inducției magnetice $\frac{\partial B}{\partial X}$ constant, pe o porțiune lineară de cel puțin 10 mm. Circuitul magnetic din figura 3 poate satisface asemenea cerințe. Cele două bobine solenoidale, identice, cu $N_1 = N_2 = 1\,000$ spire, au miezurile din material feromagnetic cilindric de diametru $d = 24$ mm și sînt parcurse

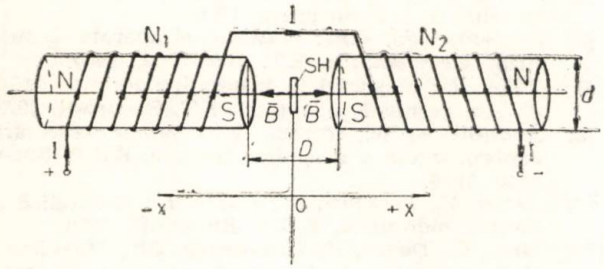


Fig. 3 Circuitul magnetic al traductorului Hall realizat.

de același curent continuu de intensitate I. Bobinele sînt astfel conectate în serie încît să se afle față în față, la distanța D, poli magnetici de același semn (fig. 3, polii Sud).

Sonda Hall SH folosită a fost de tip Siemens — SBV 599 — care are un curent nominal de comandă $I_{cn} = 50$ mA și o sensibilitate în sarcină, $K_H = 5{,}56$ V/AT.

Pentru $D = 12{,}5$ mm și $D = 25$ mm, iar $I = 3$ A, s au obținut, experimental, dependențele $U_H = f(X)$, reprezentate în figura 4. Se vede că la $D = 12{,}5$ mm, liniaritatea este asigurată pentru -3 mm$<X<+3$ mm, iar în cazul $D = 25$ mm pentru -6 mm $< X < +6$ mm, rezultînd în ambele cazuri un $K_d = 1$ mV/mm (6).

Folosind traductorul Hall cu circuitul magnetic din figura 3 și sonda SBV 599, se pot realiza manometre cu burduf, deoarece limitele de liniaritate (-6 mm $< X < +6$ mm) corespund limitei superioare $X = (8 \div 10$ mm) ale deplasării tijei 4. Tensiunea Hall U_H urmează a se măsura cu un milivoltmetru magnetoelectric cu $\alpha = 0$ la mijlocul scalei, acesta putînd fi etalonat direct în unități de presiune, conform (8).

Concluzii

Manometrele cu burduf și traductor Hall de deplasare lineară constituie o noutate în tehnica măsurării mărimilor neelectrice pe cale electrică, ele completînd în mod avantajos celelalte metode.

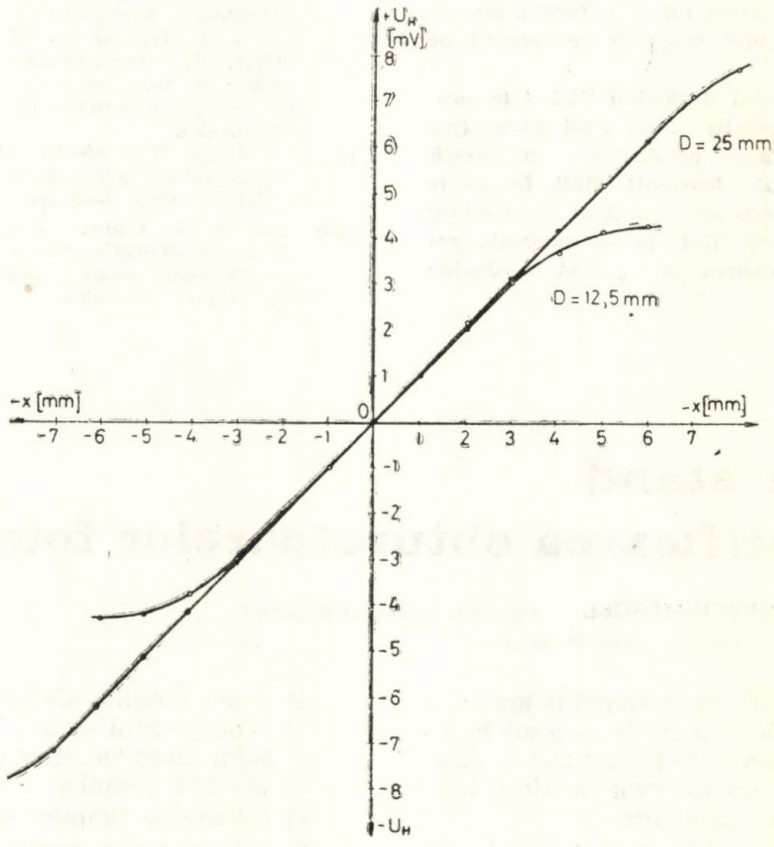


Fig. 4 Dependența $U_H = f(x)$, parametru fiind D.

Dintre avantajele realizării și utilizării unor astfel de manometre cu traductor Hall [12, 13, 14] trebuie reținute :

a) Cu ajutorul lor se poate măsura și înregistra presiunea p, prin măsurarea și înregistrarea tensiunii Hall ;

b) prin tensiunea Hall U_H se poate asigura reglarea presiunii, precum și o telemăsurare și telecomandă corespunzătoare, căci U_H poate fi ușor amplificată, mai ales dacă se ia I_c sinusoidal ;

c) tensiunea Hall U_H fiind funcție de presiunea p (rel. 7), ea poate fi introdusă în echipamente de calcul realizîndu-se comenzi respectiv reglări automate;

d) nu au în componența lor nci un fel de mecanism de transmitere și amplificare a deplasării tijei 4, sonda Hall (care se deplasează) fiind montată direct pe tijă. Aceasta face ca asemenea manometre să aibă o inerție foarte mică, cu ele putîndu-se urmări, prin U_H, variații rapide ale presiunii de măsurat. Pentru deplasarea sondei Hall în cîmpul magnetic este necesară o forță mică, sonda fiind foarte ușoară, iar asupra ei nu se manifestă forțe de reacție (ca în cazul altor traductoare electrice), traductorul Hall avînd caracteristici dinamice foarte bune ;

e) aceste manometre pot fi montate și în mediu gazos exploziv, deoarece nu sînt prevăzute cu contacte electrice care să se închidă sau deschidă în timpul măsurării, fiind evitate scînteile, arcul electric, respectiv exploziile ;

f) precizia acestor manometre depinde de tipul burdufului și de precizia cu care se măsoară tensiunea Hall. Domeniul de măsură se poate modifica prin dimensiunile geometrice ale burdufului, forma și numărul ondulațiilor, iar asupra sensibilității se poate influența prin valoarea lui I_c și forma, respectiv dimensiunile circuitului magnetic ce creează pe $\overline{B}$;

g) schimbarea sensului deplasării tijei 4 (a sondei Hall) față de o poziție zero, cînd $p=p_N$ (p_N fiind o valoare stabilită ca nominală) se manifestă în modificarea semnului tensiunii Hall. În aceste cazuri, la $p=p_N$, se asigură ca $X = 0$ respectiv $U_H = 0$. Apariția tensiunii Hall poate comanda reglarea presiunii la valoarea $p=p_N$, cînd U_H devine iar zero;

h) asemenea manometre s-ar putea realiza numai cu materiale indigene, avînd în vedere faptul că la Intreprinderea de Aparate electrice de măsură (I.A.E.M.) — Timișoara se execută sonde Hall, folosite la realizarea teslametrelor Hall.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Dodoc, P.:* Metrologie generală. E.D.P. București, 1979.

[2] *Coman, G., Popescu, P., Petrescu, V.:* Tehnica măsurării presiunii și debitului. E.D.P. București, 1963.

[3] *Johovschi, M.C.:* Tehnica măsurării presiunii și vidului (trad. din lb. rusă). E.T. București, 1951.

[4] *Manolescu, S.:* Tehnica măsurării presiunii și a debitului. E.T. București, 1959.

[5] *Penescu, T., Petrescu, V.:* Măsurarea presiunii în tehnică. E.T. București 1968.

[6] *Preobrajenski, V.P.:* Măsurări și aparate de măsurat termotehnice. E.T. București, 1960.

[7] *Tölle, H.:* Măsurări în instalațiile termice (trad. din lb. germană, adaptată). E.T. București, 1972.

[8] *Apostolescu, N., Taraza, D.:* Bazele cercetării experimentale a mașinilor termice. E.D.P. București, 1979.

[9] *Anton, V., Popovici, M., Fitero, I.:* Hidraulică și mașini hidraulice. E.D.P. București, 1978.

[10] *Micu, C., Dodoc, P., Diaconescu, Gh., Manolescu, A.M.:* Aparate și sisteme de măsurare în construcții de mașini. E.T. București, 1980.

[11] x x x : Lexiconul tehnic român, vol. 10. E.T. București, 1962.

[12] *Heler, Af.:* Posibilitatea realizării unor manometre cu tub elastic și traductor Hall indigen. (Sub tipar la E.E.A. București).

[13] *Heler, Af.:* Posibilitatea folosirii unui traductor Hall de unghi, indigen, asamblat cu un tub elastic Bourdon răsucit, spiral sau elicoidal la măsurarea, înregistrarea și reglarea presiunii fluidelor (Trimisă la E.E.A. București).

[14] *Heler, Af.:* Posibilitatea realizării unor manometre cu membrană elastică și traductor Hall de deplasare lineară (Trimisă la Energetica — București).

[15] *Vecsi, I.:* Hall efectus alapjan müködö elmozdulaserzekele adö. Meres es automatika, XV, evfolyam 1967, 7—8 szam, 315—320 oldal.

[16] *Nalecz, M., Warsza, Z.L.:* Hall effect transducers for measurement of mechanical displacements. Solid State Electronic, Pergamon Press, vol. 9, pag. 485—495.

CZ : 621-231

Metodă și stand pentru verificarea obturatoarelor foto, centrale

Șef lucr. ing. Silvia **IONESCU-MUSCEL** – Institutul politehnic București

Ing. Virgil **NĂSTASE** – Turbomecanica București

Rolul obturatorului, în ansamblul aparatului fotografic, este de a permite accesul luminii reflectate de obiectul de fotografiat la stratul fotosensibil, într-un interval de timp bine stabilit, numit timp de expunere.

Parametrii oricărui obturator (central sau focal) sînt :

a) gama timpilor de expunere realizați ;
b) randamentul optic ;
c) gama timpilor efectivi de expunere ;
d) precizia timpilor efectivi de expunere ;
e) fidelitatea timpilor efectivi de expunere ;
f) uniformitatea expunerii în planul stratului fotosensibil.

În figura 1 este prezentată diagrama de lucru a unui obturator central, pe baza căreia se pot defini randamentul optic η, timpul de expunere t_r, și timpul efectiv de expunere t_{ef}.

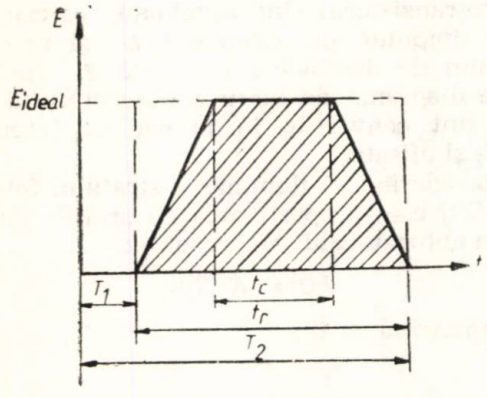


Fig. 1 Diagrama de lucru a obturatorului foto central.

Randamentul optic η este raportul dintre expunerea într-un punct dat al stratului fotosesibil în cazul obturatorului real și expunerea acestuia în cazul unui obturator ideal (la care închiderea și deschiderea se fac instantaneu), pentru același timp de expunere t_r. Deci :

$$\eta = \frac{H_{real}}{H_{ideal}} = \frac{\int_{T_1}^{T_2} E(t)dt}{E_{ideal} \cdot t_r}, \quad (1)$$

unde prin :

H s-a notat expunerea ;
E iluminarea ;
$t_r = T_2 - T_1$, timpul în care are loc expunerea.

Timpul efectiv de expunere t_{ef} este timpul de expunere al unui obturator ideal, care ar realiza aceeași expunere ca și obturatorul real, în timpul de expunere t_r, în aceleași condiții de lumină. Rezultă :

$$t_{ef} = \eta \cdot t_r \quad (2)$$

Timpul efectiv de expunere este parametrul considerat în calcule pentru determinarea modului de expunere, în concordanță cu condițiile de iluminare existente.

Este cunoscut faptul că pe montura obiectivelor foto sînt gravați timpii efectivi de expunere și valorile acestora sînt normalizate : 30 ; 15 ; 8 ; 4 ; 2 ; 1 ; 1/2 ; 1/4 ; 1/8 ; 1/15 ; 1/30; 1/60 ; 1/125 ; 1/250 ; 1/500 ; 1/1000 ; 1/200 s.

În tabelul 1 sînt date abaterile admise de la timpi efectivi de expunere, după GOST 14905—79. Timpii efectivi de expunere normalizați se scriu sub forma :

$$t_{ef} = \frac{1}{2^n}, \quad (3)$$

iar valorile limită admise se exprimă prin variația coeficientului n, astfel :

$$t_{ef} = \frac{1}{2^n \pm \Delta n} \quad (4)$$

Pentru verificarea parametrilor obturatoarelor foto se folosesc metode optico-mecanice și metode optico-electronice.

Tabelul 1

Clasa obturatorului	Timpii efectivi t_{ef} [s]	Abaterea admisă Δ_n
1	32÷1 1÷1/128 1/256÷1/512 1/512÷1/2048	0,15 0,25 0,35 0,56
2	52÷1/128 1/256÷1/2048	0,30 0,45
3	32÷1/2048	0,45

Din prima categorie de metode se pot enumera :

— fotografierea unei surse luminoase aflată în mișcare uniformă ;

— fotografierea unui pendul în mișcare ;

— fotografierea, folosind impulsuri luminoase, a pozițiilor succesive ale elementelor de obturare, la deschiderea sau închiderea obturatorului ;

— filmarea rapidă a deschiderii și închiderii obturatorului ;

— compararea cu dispozitive mecanice etalon.

În funcție de parametrii ce se pot măsura și de principiul de măsurare, metodele optico-electronice se diferențiază în :

a) metode care permit numai determinarea timpului de expunere t_r :

— metoda galvanometrului ;
— metoda impulsurilor calibrate ;
— metoda comparării cu dispozitive electronice etalon.

b) metode care permit numai determinarea timpului de expunere efectiv t_{ef} :

— metoda integrării folosind condensator ;

c) metode care permit determinarea atît a timpului de expunere t_r cît și a celui efectiv t_{ef} :

— metoda integrării prin conversie analog-digitală ;
— metoda osciloscopului cu memorie.

În afară de metodele prezentate se mai poate utiliza înregistrarea pe strat fotosensibil

a unor semnale generate pe cale electronică, de pildă spotul luminos al unui receptor TV sau spotul unui osciloscop.

Prezentăm, în continuare, o metodă optico-electronică și un stand ce permite măsurarea timpilor de expunere și a celor efectivi, stand realizat în cadrul catedrei de mecanică fină din Institutul Politehnic București.

Metoda folosită are la bază faptul că iluminarea primită de stratul fotosensibil este proporțională cu aria de deschidere a orificiului de către paletele obturatorului central și că această arie variază linear cu timpul, la deschiderea și închiderea obturatorului și este constantă în timpul deschiderii complete.

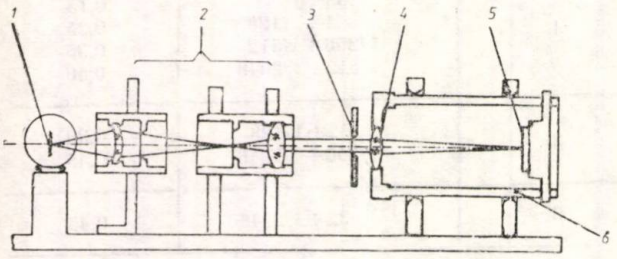


Fig. 2 Schema optico-mecanică a standului.

Partea optico-mecanică a standului (fig. 2) se compune din : sursa de lumină **1**, sistemul optic de iluminare **2**, care asigură iluminarea uniformă a deschiderii obturatorului **3**, sistemul optic **4**, care proiectează imaginea reală și mărită a orificiului de deschidere a obturatorului pe placa **5** a camerei obscure **6**.

Imaginea deschiderii obturatorului este „palpată" electronic de către o fotorezistență plasată pe placa **5**, central, pe axa optică a sistemului și de un fototranzistor plasat la marginea imaginii.

Prelucrarea informațiilor primite de la fotoelemente se face cu ajutorul unui bloc electronic, iar afișarea rezultatelor o realizează un frecvențmetru digital cuplat la blocul electronic.

O fotografie a standului este prezentată în figura 3.

Perioadele de timp în care fotorezistența și fototranzistorul sînt iluminate, corespunzătoare timpului de expunere t_r și respectiv timpului de deschidere completă t_c (palierul de pe diagrama de lucru a obturatorului central) sînt convertite în număr de impulsuri N_1, N_2 și afișate.

Considerînd că iluminarea stratului fotosensibil $E(t)$ este proporțională cu aria de deschidere a obturatorului $S(t)$ rezultă :

$$E(t) = K \cdot S(t), \tag{5}$$

iar expunerea va fi :

$$H = \int_{T_1}^{T_2} E(t)\,dt = K \int_{T_1}^{T_2} S(t)\,dt \tag{6}$$

Rezultă că randamentul optic al obturatorului poate fi calculat cunoscînd mărimile N_1 și N_2 :

$$\eta = \frac{\int_{T_1}^{T_2} E(t)\,dt}{E_{ideal} \cdot t_r} = \frac{K \int_{T_1}^{T_2} S(t)\,dt}{K(T_2 - T_1)} = \frac{\frac{t_r + t_c}{2}}{t_r} = \frac{N_1 + N_2}{2N_1} \tag{7}$$

Timpul de expunere t_r și timpul de expunere efectiv rezultă din relațiile :

$$t_v = N_1 \cdot \theta, \tag{8}$$

$$t_{ef} = \eta \cdot N_1 \cdot \theta,$$

unde prin θ s-a notat durata unui impuls.

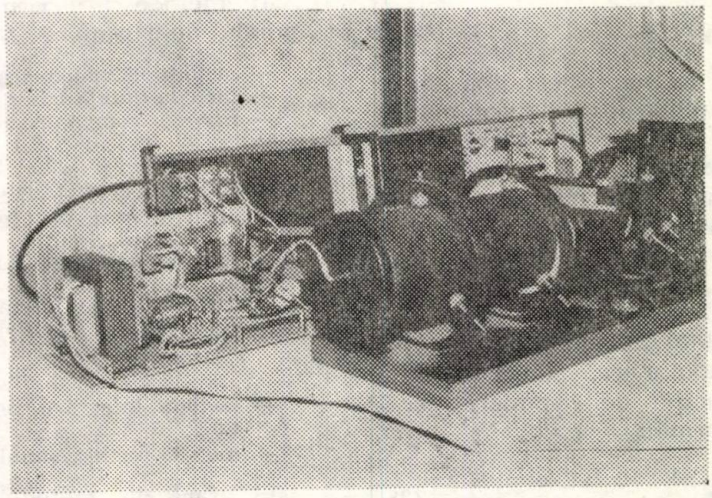


Fig. 3 Fotografia standului.

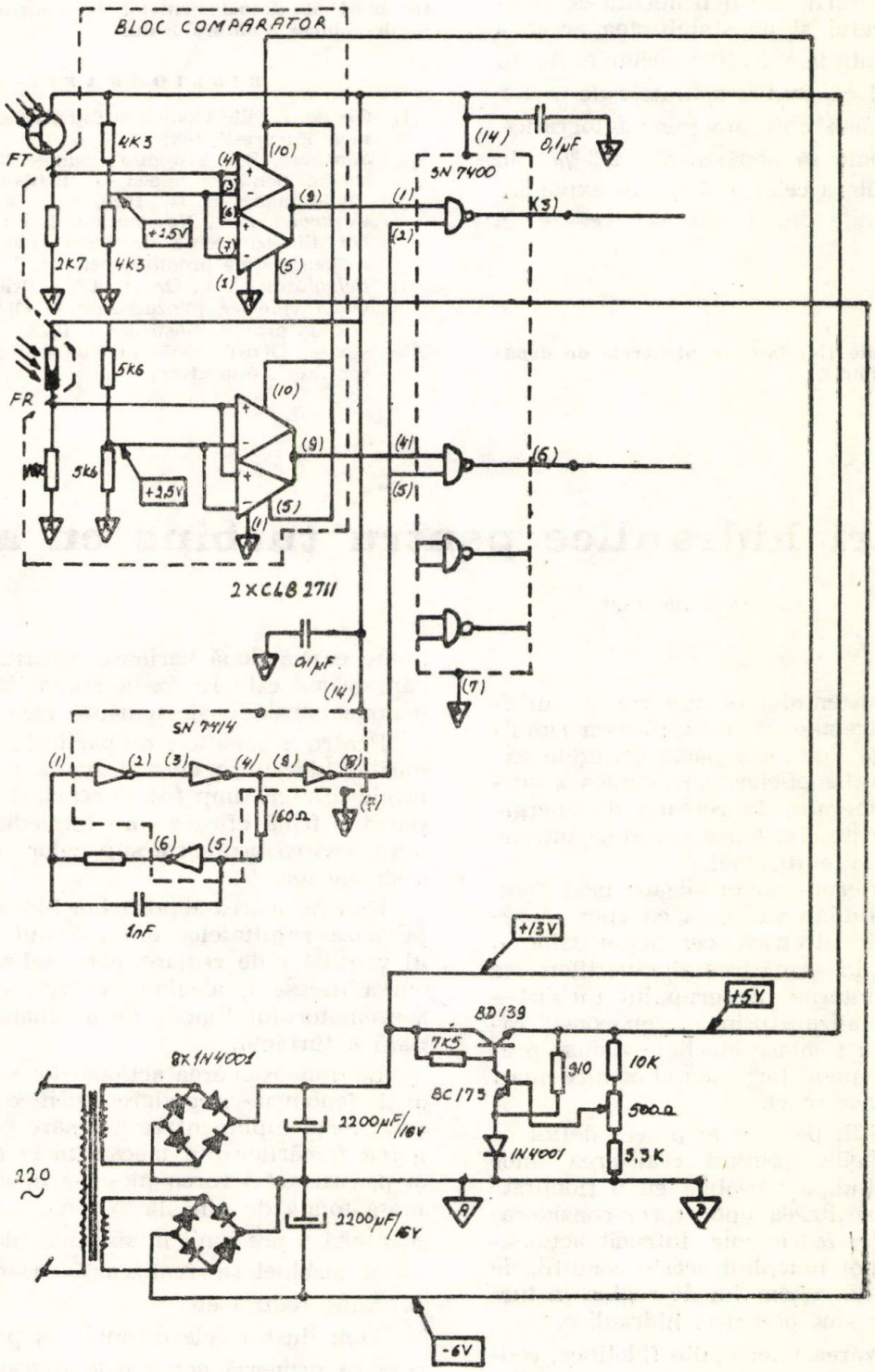


Fig. 4 Schema blocului electronic.

Blocul electronic (fig. 4) conține în principal, un generator de impulsuri cu frecvența de 1 000 KHz și o poartă logică ce permite trecerea unui număr de impulsuri proporțional cu timpul în care fotoelementul este iluminat.

Precizia măsurării este dependentă de frecvența generatorului și de stabilitatea acesteia și poate fi estimată la $\pm 2 \cdot 10^{-6}$ secunde. Avînd în vedere faptul că pentru aparatele de secție, destinate verificării obturatoarelor fotografice, eroarea nu trebuie să depășească $\pm 3\%$ din valoarea nominală a celei mai scurte expuneri, standul corespunde din punct de vedere al preciziei.

Concluzii

1. Standul poate fi folosit în atelierele de depanare a aparaturii foto.

2. El poate fi adaptat cu ușurință și în vederea verificării obturatoarelor cu perdea și în genere, poate fi folosit la măsurarea unor intervale de timp foarte mici.

3. **„Palparea" imaginii reale și mărite a orificiului de deschidere a obturatorului (și nu a însăși orificiului) elimină erorile datorate dimensiunilor relativ mari ale fotoelementelor în comparație cu aria de deschidere a obturatorului.**

BIBLIOGRAFIE

[1] *Gheție, I.* : Electronica în fotografie. Editura Tehnică, București, 1982.

[2] *Sharland, R.* : A digital Counter Time for Measuring Schutter Speed — British Journal of Photography, nr. 117, 1970.

[3] *Vaşkevici, H.P., Hmelevskoi, B.G.* : Tifrovoi pribor dlia izmerenia efectivnoi vîderjec — Optico mehanicescaia promîşlenosti, nr. 7, 1972.

[4] *Beloglazov, A.A., Ornis, A.N.* : Priborî dlia controlia vîderjec fotozatvorov — Optico mehanicescaia promîşlenosti, nr. 7, 1972.

[5] x x x : GOST 14905—79. Fotograficeskie aparaţî; ţentralnîe fotozatvorî.

CZ : 621-82

Acționări hidraulice pentru turbine cu abur

Ing. Ion **NICOLAU** – I.C.S.I.T.E.E. București

Introducere

Acționările sistemului de reglare a turbinelor cu abur trebuie să îndeplinească simultan două cerințe : pe de o parte cerințele externe impuse de beneficiar, care cuplează grupul turbină—generator în rețeaua de energie electrică, iar pe de altă parte cerințele interne proprii ale instalației turbinei.

Cerințele externe, materializate prin fluctuații de amplitudine variabilă ce apar în rețeaua de energie electrică, cer acționărilor o mare fidelitate în urmărirea fluctuațiilor, iar caracteristicile interne ale grupului turbină—generator materializate prin energii considerabile ale aburului și mase inerțiale reduse pretind învingerea unor forțe aerodinamice mari într-un timp foarte scurt.

Aceste condiții, pe care le putem defini ca fiind foarte dificile, pretind realizarea unor curse de amplitudine variabilă cu o fidelitate deosebită și dezvoltarea unor forțe considerabile într-un timp foarte mic. Întrucît acționările hidraulice pot îndeplini aceste condiții, de regulă, acționările sistemului de reglare a turbinelor cu abur sînt acționări hidraulice.

Pentru realizarea unei înalte fidelități, construcția turbinelor cu abur a pus la punct distribuitoare hidraulice, cu poziții intermediare de mare capacitate, și un sistem numit aservire care controlează permanent atît poziția cît și viteza acționării hidraulice. Pentru componente există două variante constructive dintre care prima este realizată numai hidraulic, iar a doua cuprinde și elemente electrice.

Pentru a beneficia de particularitatea acționărilor hidraulice de a dezvolta forțe considerabile într-un timp foarte scurt, a fost pusă la punct o frînă eficace care împiedică, la închidere, lovirea brutală a supapelor de reglare de scaunele lor.

Dimensionarea acționărilor hidraulice se face pe baza rezultatelor din calculul aerodinamic al ventilelor de reglare, care definesc forța și cursa necesară, alegîndu-se viteza maximă a servomotorului funcție de o dinamică preliminară a turbinei.

La dimensionarea acționărilor se ține seama și de fenomene secundare specifice ca de exemplu : forțe suplimentare necesare pentru învingerea frecărilor din mecanismele de acționare și pentru accelerarea pieselor în mișcare cu o masă totală de pînă la 5 tone, scăderea momentană a presiunii în sistemul hidraulic, pornirea turbinei se realizează cu o pompă de presiune redusă etc.

Vom ilustra cele de mai sus prezentînd în cele ce urmează acționările hidraulice proiectate de I.C.S.I.T.E.E. București și executate de I.M.G. București, pentru o turbină cu abur de 50 MW livrată la export (Cebu Filipine) și pusă de curînd în funcțiune.

Această turbină este dotată cu o serie dublă de ventile de abur, dintre care unele de reglare, iar altele de oprire.

Acționarea ventilelor de reglare

Ventilele de reglare (în număr de patru) sînt comandate, pe rînd, printr-un mecanism cu came, de o acționare hidraulică care cuprinde :

— un servomotor linear, cu dublă acțiune, dimensionat să dezvolte o forță de 115 KN pe o cursă de 300 mm, cu frînă la poziția închis ;

— un distribuitor hidraulic cu poziții intermediare avînd o cursă de 13,5 mm, dimensionat să închidă servomotorul în 0,3 secunde ;

— un servomotor pilot pentru acționarea distribuitorului ;

— două aserviri, de viteză și de poziție, în construcție hidraulică — cuplate pe distribuitor și servomotor în conformitate cu schema din figura 1.

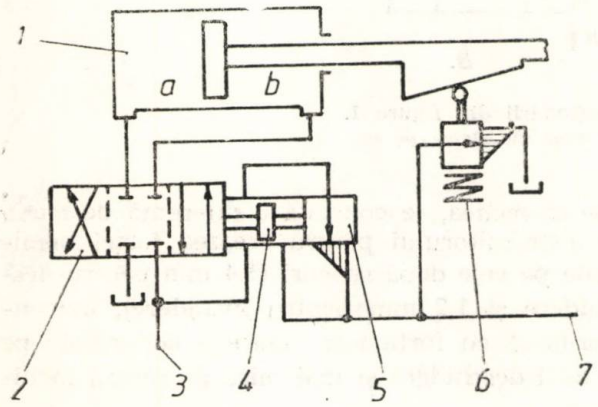


Fig. 1 Acționarea hidraulică a ventilelor de reglare
1 — Servomotor ; 2 — distribuitor ; 3 — ulei de forță ; 4 — servomotor pilot ; 5 — aservire de viteză ; 6 — aservire de poziție ; 7 — ulei de comandă.

Uleiul de forță la presiunea de 20 bari provine dintr-un sistem hidraulic, iar uleiul de comandă este variat ca debit de către regulatorul de tip proporțional-diferențial al turbinei.

Funcționarea acționării hidraulice decurge în felul următor: cînd regulatorul turbinei descarcă circuitul și scade presiunea uleiului de comandă **7**, pilotul **4** scoate distribuitorul 2 din poziția mijlocie (debit zero) și îl deplasează spre dreapta), pînă cînd aservirea de viteză **5**, mărind alimentarea circuitului, readuce presiunea de comandă la valoarea inițială, cînd pilotul **4** se oprește. În această poziție distribuitorul **2** trimite în servomotorul **1** un debit de ulei, proporțional cu comanda regulatorului realizînd în prima etapă viteza cerută. Servomotorul **1** se deplasează spre dreapta pînă cînd aservirea de poziție 6, mărind alimentarea circuitului, crește presiunea în linia de comandă cu o valoare egală cu scăderea inițială. La această creștere a presiunii de comandă, pilotul **4** deplasează înapoi distribuitorul 2, oprindu-l pe poziția mijlocie, atunci cînd aservirea de viteză 5 readuce presiunea de comandă la valoarea inițială. La poziția mijlocie, debitul distribuitorului revine la zero iar servomotorul **1** se oprește realizînd în etapa finală cursa cerută. Cînd regulatorul turbinei crește presiunea uleiului de comandă, funcționarea acționării hidraulice decurge identic, dar în sens opus.

Dimensionarea acestei acționări hidraulice s-a făcut pe baza unor date preliminare. În momentul în care ansamblul instalației de turbină a fost perfect definit, s-a realizat o modelare pe calculator cu care ocazie s-a verificat integrarea acționării hidraulice în dinamica generală a agregatului.

Acțiunea regulatorului asupra circuitului de comandă, împreună cu acțiunea celor două aserviri duce la modificarea debitului de ulei proporțional cu suma celor trei acțiuni și are semnificația fizică de viteză a pilotului. În acest caz putem scrie:

$$\eta - K_1\sigma - K_2\mu = T_1 \frac{d\sigma}{dt},$$

unde :

$\eta = \frac{\Delta V}{V_0}$ — cursa relativă a regulatorului.

$K_1 = \frac{\sigma_1}{V_0}$ — coeficientul aservirii de viteză ;

$\sigma = \frac{\Delta H}{H_0}$ — cursa relativă a pilotului (distribuitorului) ;

$K_2 = \frac{\mu_0}{V_0}$ — coeficientul aservirii de poziție;

$\mu = \frac{\Delta Z}{Z_0}$ — cursa relativă a servomotorului;

$T_1 = 0{,}065$ sec-timpul pilotului (distribuitorului).

În mod similar cursa distribuitorului conduce la un debit proporțional de ulei la servomotor și are semnificația fizică de viteză a servomotorului.

$$\sigma = T_2 \frac{d\mu}{dt} \quad \text{unde :}$$

$T_2 = 0{,}3$ sec. — timpul servomotorului

Modelarea pe calculator, din care în figura 2 a este arătată numai dinamica acționării hidraulice, a scos în evidență un aspect negativ al dimensionării preliminare, în sensul că, la comanda maximă a regulatorului, a rezultat o viteză a servomotorului prea mică și un timp aproape dublu față de cel prelimitat.

Această mărire a timpului de răspuns se explică prin acțiunea antagonistă a aservirilor, care diminuează atît viteza cît și cursa pilotului (distribuitorului). Prin redimensionarea

distribuitorului la un debit de ulei mai mare pe aceeaşi cursă, s-a corectat această lacună rezultînd în final o dinamică teoretică corectă aşa cum se arată în figura 2, b.

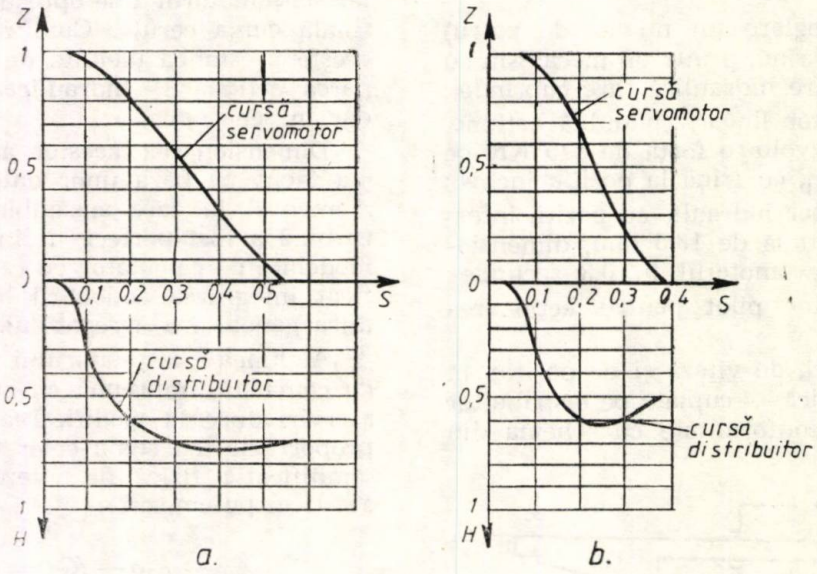


Fig. 2 Dinamica teoretică a acţionării din figura 1.
a — preliminară ; b — corectată după modelarea pe calculator.

Acţionarea hidraulică descrisă mai sus a fost încercată pe standul de probă uzinal rezultînd o caracteristică statică în conformitate cu figura 3 şi o comportare dinamică în conformitate cu figura 4, foarte apropiate de cele teoretice. Aparatura de măsură utilizată la probe a cuprins elemente de indicare şi înregistrare din clasa 0,2%.

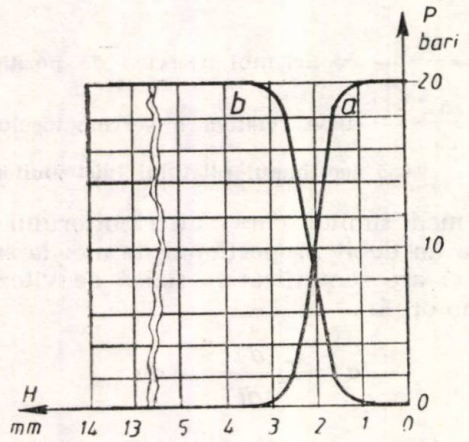


Fig. 3 Caracteristica statică a acţionării din figura 1.

Analizînd caracteristica statică redată în figura 3 rezultă că acţionarea dezvoltă forţa nominală, pe sensul dorit, în numai 10% din cursa distribuitorului, 85% din cursa acestuia fiind utilizată pentru închiderea servomotorului în timp foarte mic (0,3 secunde), iar 15% din cursă este utilizată pentru deschiderea servomotorului într-un timp mic (2 secunde).

De asemenea, se constată o diferenţă de cursă a distribuitorului pentru crearea forţei nominale pe cele două sensuri (1,4 mm pentru deschidere şi 1,2 mm pentru închidere), în concordanţă cu forţa mai mare a acţionării pe sensul deschidere şi mai mică pe sensul închidere.

Figura 4 arată că, din punct de vedere dinamic, acţionarea realizează, la viteza maximă, timpul de închidere impus, ultima porţiune a cursei fiind puternic frînată.

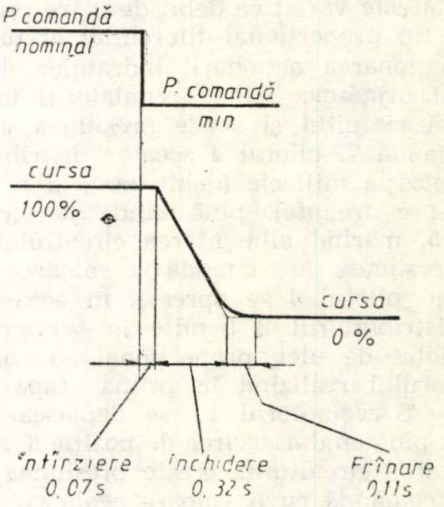


Fig. 4 Comportarea dinamică a acţionării din figura 1.

Acționarea ventilelor de oprire

Cînd mărimile caracteristice de funcționare a turbinei depășesc domeniul admis și rezultă o funcționare anormală periculoasă, ventilele de oprire, care formează partea finală a sistemului de protecție, se închid oprind accesul aburului și preîntîmpinînd apariția sau dezvoltarea unor avarii grave. În număr de două, ventilele de oprire sînt comandate fiecare de către o acționare hidraulică alcătuită un servomotor linear cu o simplă acțiune și închidere prin arcuri puternice, frînat la poziția închis și dimensionat să dezvolte o forță de 43 KN pe o cursă de 53 mm, un distribuitor principal cu două poziții, dimensionat să realizeze închiderea servomotorului în 0,10 secunde, o diafragmă care limitează debitul la deschidere

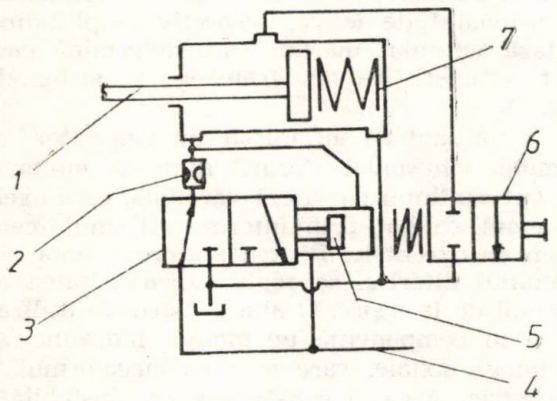


Fig. 5 Acționarea hidraulică a ventilelor de oprire.
1 – servomotor ; 2 diafragmă fixă ; 3 – distribuitor principal ; 4 – ulei de comandă ; 5 – servomotor pilot ; 6 – distribuitor secundar ; 7 – arcuri.

și un distribuitor secundar acționat manual, componentele fiind legate ca în schema din figura 5.

Funcționarea are loc în felul următor: la apariția presiunii uleiului de comandă **4**, pilotul **5**, deplasează distribuitorul **2** spre dreapta, iar prin diafragma **3** trece un debit de ulei care asigură deschiderea servomotorului **1** în timpul de **3** secunde. La dispariția presiunii de comandă, sub influența presiunii din cilindrul servomotorului, pilotul **5** deplasează spre stînga distribuitorul **2** care descarcă la scurgere un debit corespunzător timpului de închidere de 0,10 secunde.

Servomotorul mai poate fi acționat spre închidere și de distribuitorul secundar **6**, în care caz cursa parcursă va fi de mică amplitudine dar suficientă pentru scoaterea servomotorului din imobilitatea în care stă pe toată durata de funcționare a turbinei. La o staționare îndelungată există pericolul de blocare a ventilelor prin depuneri de săruri sau prin aderențe. Acționarea a fost încercată pe standul de probă uzinal prezentînd o comportare dinamică, redată în figura 6, foarte apropiată de cea teoretică. Aparatura de măsură utilizată la probe a cuprins elemente de indicare și înregistrare electronice din clasa 0,2%.

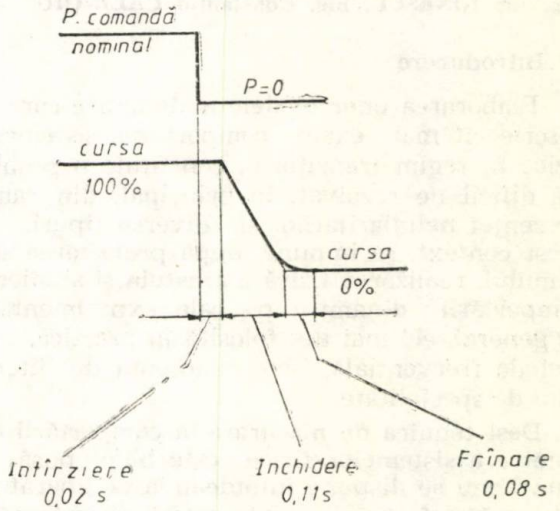


Fig. 6 Comportarea dinamică a acționării din figura 5.

Din figura 6 rezultă că acționarea hidraulică pentru ventilele de oprire prezintă o întîrziere, un timp de închidere și o frînare pe ultima porțiune a cursei, mai mici decît la acționarea precedentă, încadrîndu-se din punct de vedere dinamic în parametrii impuși inițial.

În timpul probelor de dare în funcțiune a turbinei cu abur și pe timpul exploatării de garanție, de un an, acționările hidraulice descrise s-au comportat corect dovedind o bună fiabilitate în ansamblul instalației.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Lewis, E.E., Stern, H.*: Sisteme automate hidraulice, București, Editura tehnică, 1968.

[2] *Grecu, T., Cârdu, M., Nicolau, I.*: Turbine cu abur, București, Editura tehnică, 1976.

[3] *Ionescu, F., Catrina, D., Dorin, A.*: Mecanica fluidelor și acționării hidraulice și pneumatice București, Editura didactică 1980.

[4] *Marin, V., Moscovici, R., Teneslav, D.*: Sisteme hidraulice de acționare și reglare automată, București, Editura tehnică, 1981.

CZ : 621-82

Cercetări privind realizarea unor excitatoare electrohidraulice destinate studiului sistemelor mecano-hidraulice de reglare automată

Ing. Emil **CIOBANU** – D.C.I.A.C.P.A. – M.I.C.M.
Ing. Ion **IONESCU**, ing. Constantin **CĂLINOIU** – I.N.C.R.E.S.T. – București

Introducere

Elaborarea unor modele matematice care să descrie cît mai exact comportarea sistemelor fizice în regim tranzitoriu, constituie o problemă dificil de rezolvat, în principal, din cauza prezenței neliniarităților de diverse tipuri. În acest context, se impune, după proiectarea sistemului, realizarea fizică a acestuia și studierea comportării dinamice pe cale experimentală. În general, cel mai des folosită în practică, este metoda frecvențială, bine cunoscută din literatura de specialitate.

Deși tehnica de măsurare, a comportării dinamice a sistemelor fizice este bine pusă la punct, nu se dispune întotdeauna de aparatura necesară efectuării unor astfel de măsurări. Lucrarea de față are drept scop prezentarea unor aspecte și realizări în acest din urmă domeniu, autorii considerînd că reușita unei cercetări depinde, într-o mare măsură, de utilizarea unor echipamente cît mai adecvate scopului propus, cît și utilizarea corectă a acestora.

Metoda frecvențială constă în aplicarea unor semnale sinusoidale, de deplasare sau forță, la intrarea sistemului studiat. Frecvența acestor semnale parcurge un domeniu de valori pentru care se măsoară, cu traductoare corespunzătoare, semnalul de ieșire, respectiv amplitudinea și faza acestuia, mărimi care determină complet caracteristica de transfer a sistemului (fig. 1).

Inițial autorii au folosit un generator de semnale sinusoidale format dintr-un motor de curent continuu cu viteză variabilă, care excita sistemul studiat prin intermediul unui mecanism cu excentric. Pentru obținerea unor amplitudini diferite, se regla excentricitatea arborelui de la ieșire. O altă construcție utilizată avea în componență un motor hidraulic cu pistonașe axiale, care antrena mecanismul cu excentric. Această construcție era instabilă la frecvențe mici (sub 2 Hz).

Echipamentele amintite mai sus prezentau dezavantajul că, în banda de frecvență necesară de 0,05÷50 Hz, forma sinusoidală a sem-

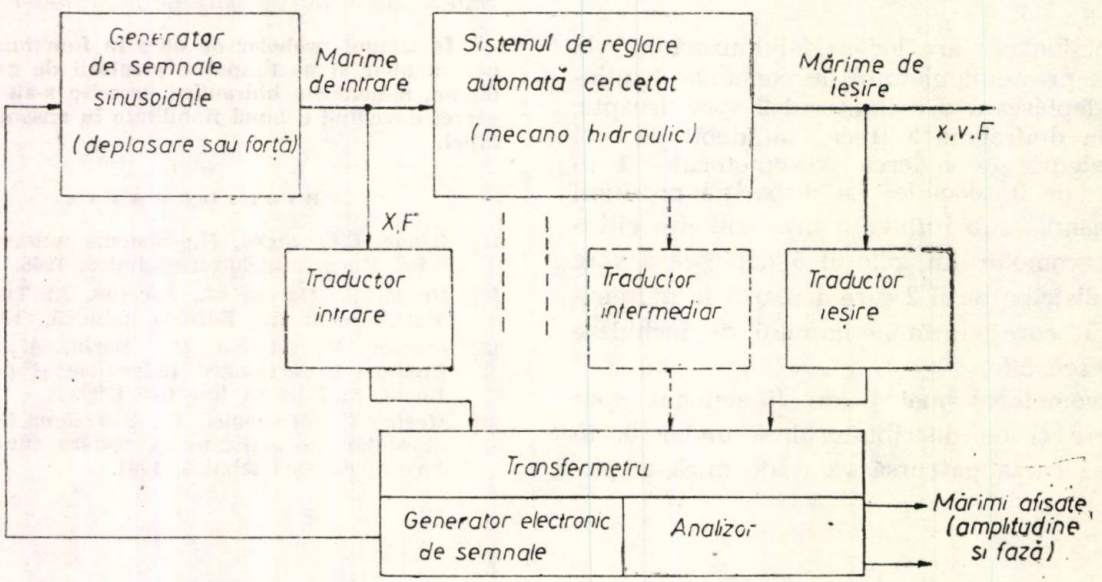


Fig. 1 Schema bloc a unei instalații pentru determinarea carocteristicilor de transfer ale sistemelor mecano-hidraulice de reglare automată.

nalului generat se deforma, în principal, datorită jocurilor din cuplele cinematice. Din acest motiv caracteristica de transfer obținută pentru sistemul cercetat, nu corespundea întrutotul realității.

Un pas important, care a oferit posibilitatea de excitare a sistemelor mecano-hidraulice studiate, cu frecvențe de peste 30 Hz, cu o formă corespunzătoare a sinusoidei, într-un domeniu larg de amplitudini, a fost făcut prin realizarea excitatoarelor electrohidraulice. Acestea mai prezintă și avantajul unor dimensiuni de gabarit reduse, al unui reglaj simplu și precis al frecvenței și al unei integrări simple în instalația de excitație (o cuplă și un ax pentru legătura electrică, respectiv mecanică).

Instalația de excitare electrohidraulică

Componență. Instalația este formată dintr-un motor hidraulic liniar, alimentat cu lichid hidraulic la presiune înaltă (pînă la 200 daN/cm^2) de la un generator hidrostatic (fig. 2). Un grup motor hidraulic liniar (MHL) și o servovalvă electrohidraulică formează așa numitul excitator electrohidraulic, comandat de un bloc electronic, care are în componență un generator de semnale sinusoidale și un regulator PID. La tija de execuție a MHL s-a montat un traductor de deplasare inductiv, de tip transformator diferențial și un traductor de forță cu elemente tensorezistive.

Blocul electronic, în care sînt prevăzute și circuite pentru prelucrarea și adaptarea semnalelor furnizate de traductoare, a fost realizat, sub denumirea „SERVOSIN", în cadrul laboratorului de tehnica măsurătorilor din INCREST.

Mod de funcționare. Pentru generarea semnalului sinusoidal și efectuarea măsurătorilor privind defazajul și atenuarea între semnalul de la ieșirea sistemului cercetat și semnalul de la intrarea acestuia, autorii au folosit un analizor de funcții de transfer, denumit „transfermetru".

Blocul „SERVOSIN" permite efectuarea unor reglaje inițiale de poziționare a MHL și de verificare a bunei funcționări a părții de execuție, în scopul efectuării unei pregătiri pentru lucrul cu sistemul supus cercetării experimentale. După efectuarea reglajelor comanda este trecută la generatorul de semnale al transfermetrului, amplitudinea și frecvența semnalelor generate putînd fi reglate continuu de operator.

Regulatorul electronic, primind ca mărime de referință semnalul de la generator și ca mărime de reacție semnalele de la traductoarele montate pe MHL, furnizează la ieșire cu curent de comandă pentru servovalva electrohidraulică. Lichidul hidraulic distribuit de

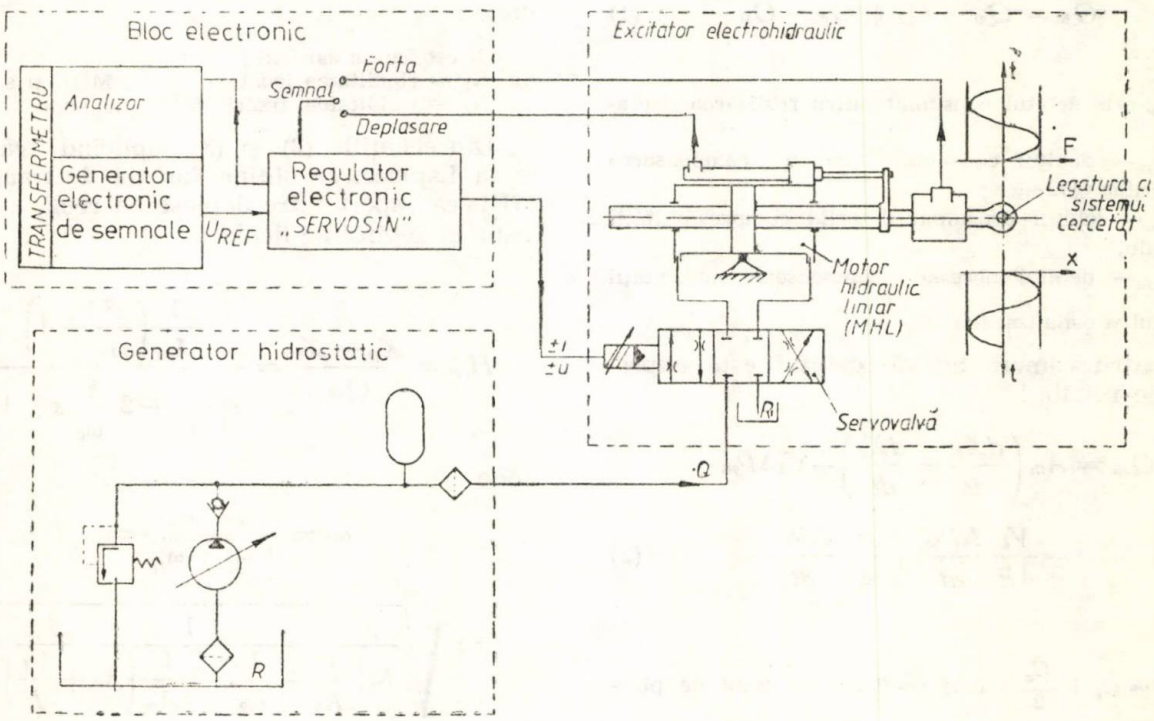


Fig. 2. Instalație de excitare electro-hidraulică.

acest echipament, a cărui mărime de ieșire este un debit proporțional cu valoarea curentului de comandă și în strînsă dependență de căde-

rea de presiune în MHL, determină la tija de ieşire deplasarea sau forţa cu amplitudinea impusă.

Valoarea, în mV sau V, a amplitudinii semnalelor, precum şi defazajul în grade între semnalul generatorului şi cele furnizate traductoarele montate în sistemul care se cercetează, sînt afişate numeric pe panoul transfermetrului.

Modelul matematic al MHL

Pentru întocmirea modelului matematic s-a plecat de la ecuaţiile de continuitate a debitului Q_m în fiecare cameră a MHL (fig. 3) :

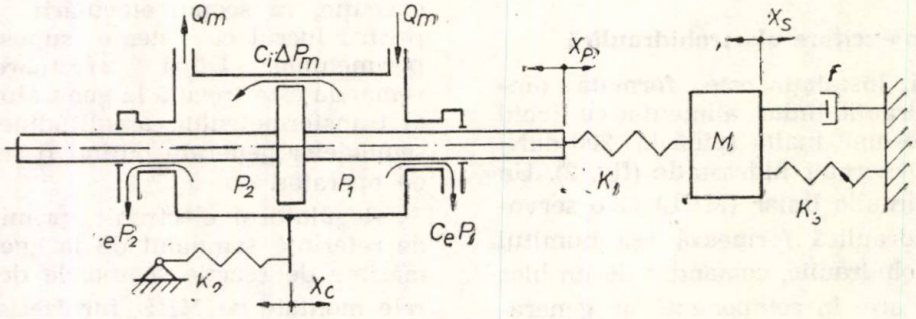


Fig. 3. Schema MHL folosită la elaborarea modelului matematic.

$$Q_m = Q_v + Q_s + Q_c + Q_d \qquad (1)$$

unde :

Q_v este debitul consumat pntru realizarea deplasării ;

Q_s — debitul consumat pentru compensarea pierderilor volumice ;

Q_c — debitul consumat datorită compresibilităţii lichidului';

Q_d — debitul necesar compensării elasticităţii corpului şi canalizaţiilor.

Pentru camera activă, debitul este exprimat de relaţia :

$$Q_m = A_m\left(\frac{dX_p}{dt} - \frac{dX_c}{dt}\right) + C_t\Delta P_m + \frac{V_t}{4E}\frac{\Delta P_m}{dt} + \frac{K_e}{4}\frac{\Delta P_m}{dt} \qquad (2)$$

unde :

$C_t = C_i + \frac{C_e}{2}$ este coeficientul total de pierderi volumice ;

V_t — volumul total de lichid conţinut în motor;

A_m — suprafaţa activă a pistonului;

ΔP_m — căderea de presiune a în MHL;

X_p — deplasarea pistonului faţă de corpul motorului;

X_c — deplasarea corpului motorului faţă de sistemul de fixare;

X_s — deplasarea sarcinii;

K_e — coeficient de elasticitate a corpului şi canalizaţiilor;

E — modulul de elasticitate volumică al lichidului.

A doua relaţie este ecuaţia echilibrului dinamic al forţelor care acţionează asupra organului de execuţie :

$$A_m\Delta P_m = M\frac{d^2X_s}{dt^2} = -K_2X_c = K_1(X_p - X_s) \qquad (3)$$

unde :

M este masa sarcinii ;

K_1 — rigiditatea legăturii dintre MHL şi sarcină ;

K_2 — rigiditatea fixării MHL de suport.

Din ecuaţiile (2) şi (3), aplicînd transformata Laplace, se obţine funcţia de transfer a MHL ca raport între deplasarea reală a pistonului şi debitul de lichid :

$$H_{(s)} = \frac{X_p - X_c}{Q_m} = \frac{\frac{1}{A_m}\left(\frac{s^2}{\omega_c} + 1\right)}{s\left(\frac{s^2}{\omega_c^2} + 2\frac{\xi}{\omega_c}s + 1\right)} \qquad (4)$$

unde

$$\omega_c = \frac{\omega_s - \omega_H}{\sqrt{\omega_s^2 + \omega_H^2}} = \sqrt{\frac{1}{M\left[\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{4A_m^2}\left(K_e + \frac{V_t}{E}\right)\right]}} \qquad (5)$$

este frecvenţa naturală compusă din cea a suportului, ω_s şi a MHL, ω_H ;

$$\xi = \frac{C_t MC}{2A_m^2} \qquad (6)$$ — factorul de amortizare

Din relațiile obținute rezultă că, pentru a obține o bandă de frecvență cît mai largă, deci ω_c mare, sînt necesare valori mari pentru rigiditățile K_1 și K_2, volumul de lichid V_t și elasticitatea K_e cît mai mici, aria A_m, în limita posibilităților, cît mai mare. Pentru o amortizare scăzută, coeficientul C_t trebuie să fie cît mai mic.

Elemente privind proiectarea și construcția excitatorului electrohidraulic

Pentru activitatea de proiectare au fost impuse :

— amplitudinea maximă la tija MHL, $\pm X_{max}$;

— forța maximă care trebuie învinsă la intrarea în sistemul excitat, $\pm F_{0max}$;

— frecvența minimă f_{min} și maximă f_{max}, respectiv pulsația ω_{min} și ω_{max} de excitare ;

— masa pusă în mișcare, M.

Cu aceste date, în scopul dimensionării MHL, a sursei hidraulice și a alegerii servovalvei, au fost parcurse etapele de mai jos :

a) S-a determinat forța totală F_t care trebuie dezvoltată de tija MHL, prin însumarea forței rezistente F_0, forței inerțiale datorate masei M și forței de frecare, estimată la 5 % din suma $(F_0 + F_M)$:

$$F_t = F_0 + F_M + F_{fr} = 1{,}05(F_0 + MX_{max}\omega^2_{max}) \tag{7}$$

b) Cum transferul maxim de putere la sarcină, cu o servovalvă, se realizează la o cădere de presiune pe MHL, $\Delta P_{MHL} = 2/3\ P_0$ (P_0 este presiunea de alimentare a servovalvei), se calculează suprafața activă a pistonului A_p cu relația :

$$A_p = \frac{F_t}{2/3 P_0} \tag{8}$$

c) Cunoscînd X_{max} și A_p se alege cursa totală $l = 2X_{max}$ și suprafața efectivă a pistonului A_m, din considerente constructive, tehnologice etc. Totodată, prin compromisuri între l și A_m trebuie satisfăcută relația :

$$f_n = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2A_mE}{Ml/2}} > (1{,}5 \div 2) f_{max} \tag{9}$$

unde f_n este frecvența naturală a excitatorului electrohidraulic.

Se calculează frecvența naturală pentru poziția de mijloc a cursei $l/2$ întrucît reprezintă cazul cel mai dezavantajos, în care această frecvență are valoarea cea mai scăzută [1]. Frecvența naturală efectivă este mai mică decît cea calculată datorită influențelor introduse de masa fluidului din zonele moarte și a elasticităților din sistem.

d) Cunoscînd diametrele pistonului, tijei, lățimile interstițiilor, se determină pierderile interioare cu relația :

$$Q_p = \left(\frac{\Delta p \delta^3}{12\eta b} \pm \frac{V_p \delta}{2}\right)\pi d_N \tag{10}$$

unde :

d_N este diametrul nominal al pistonului și alezajului ;

δ — înălțimea interstițiului ;

ΔP — căderea de presiune între zona de înaltă și joasă presiune ;

η — vîscozitatea dinamică ;

b — lungimea fantei prin care au loc pierderile de lichid ;

V_p — viteza elementului în mișcare.

e) Pentru alegerea servovalvei se calculează debitul maxim absorbit de excitator în timpul funcționării :

$$Q_{max} = 2\pi f_{max} A_m X_{max} \tag{11}$$

Se recomandă, pentru a împiedica saturația, utilizarea unei servovalve al cărei debit, pentru $\Delta P_{MHL} = 2/3\ P_0$ și curent maxim de comandă, să îndeplinească condiția :

$$Q_s \geq 1{,}1 Q_{max} + Q_{p1,2\ldots} \tag{12}$$

f) Debitul generatorului hidrostatic Q_G se impune a fi :

$$Q_G \geq 1{,}2 Q_s \tag{13}$$

pentru ca variațiile de presiune determinată de consumul de lichid să nu influențeze funcționarea MHL.

Folosind relațiile de mai sus, pentru excitatoarele realizate au fost întocmite diagrame de capabilitate, acestea oferind informații asupra domeniului maxim de frecvență care poate fi acoperit, pentru diverse valori ale masei puse în mișcare. În figura 4, punctul de funcționare **A** corespunde situației în care, pentru o masă pusă în mișcare de 20 kg, MHL poate să atingă amplitudinea $X_{max} = \pm 6$ mm, la pulsația de 150 s^{-1}.

Pentru a satisface cerințele în ceea ce privește determinarea caracteristicilor de transfer ale sistemelor mecano-hidraulice supuse cercetării, s-au proiectat și executat mai multe MHL avînd curse ($X_{max} = \pm 25$; ± 50; ± 100 mm) și suprafețe diferite (1,4; 2,6; 6,8 cm^2). Pe lîngă facilitățile oferite de gama dimensională a MHL, s-a prevăzut și posibilitatea combinării acestora cu diferite servovalve (Moog de 3,8 și 9,5 l/min ; Bosch de 20 și 60 l/min). Servovalvele au fost amplasate direct pe corpul

MHL sau prin intermediul unei plăci de legătură. Se realizează astfel canalizații scurte de legătură cu camerele de lucru, mărindu-se rigiditatea hidraulică a MHL.

În scopul micșorării frecării, care influențează comportarea MHL la frecvențe joase, ducînd la deformarea formei de undă dorite și la mărirea amortizării, pistonul a fost realizat fără garnituri, iar în zona de ghidare în capace a tijei bilaterale au fost create zone cu scurgeri de lichid în lungul tijei, etanșarea cu atmosfera fiind realizată cu inelele „0", cu o strîngere sub cea normală. În același scop a fost realizată o variantă cu lagăre hidrodinamice conice (fig. 5).

Corpul MHL are un ax de rotație, care se montează pe un suport prin intermediul a două lagăre cu rulmenți. Cuplarea tijei la sistemul de excitat se realizează printr-o ureche cu articulație sferică. S-a urmărit realizarea ajustajelor cu joc cît mai mic, la piston-cilindru și tije — capac pentru micșorarea scurgerilor de lichid, la axul de rotație și articulația sferică pentru obținerea formei corecte a semnalului generat. Rigiditățile de legătură la structura de montare și de legătură cu sis-

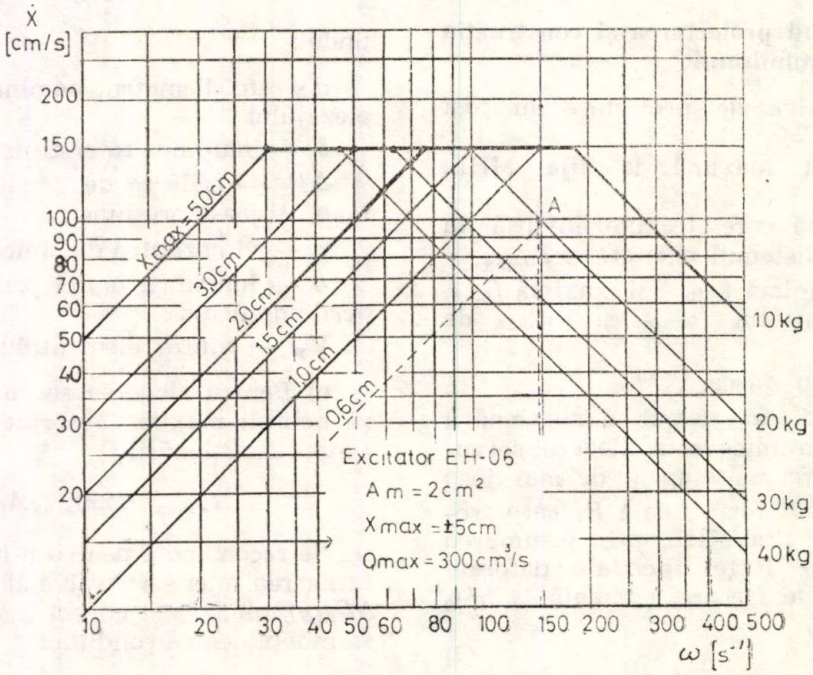


Fig. 4. Diagrama de capabilitate.

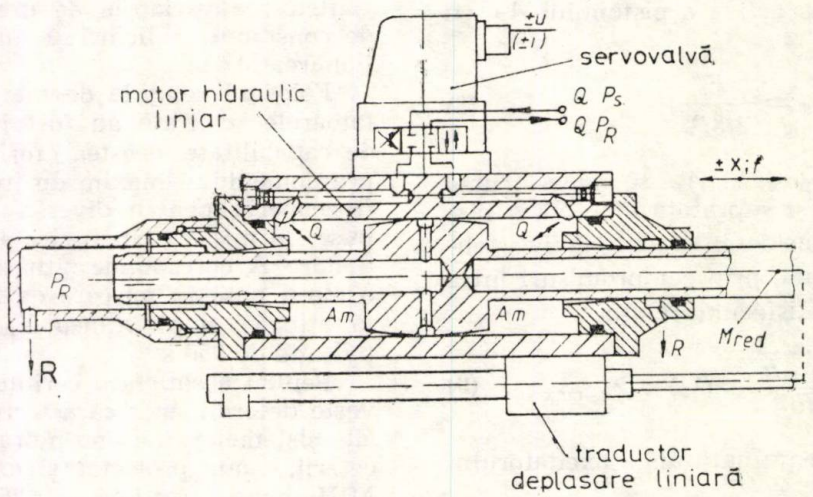


Fig. 5. Schema constructiv-funcțională a excitatorului cu lagăre hidrodinamice.

temul excitat au fost realizate cît mai mari pentru a crește frecvența naturală a grupului excitator + sistem excitat.

Determinarea experimentală a caracteristicii de transfer pentru excitatoarele electrohidraulice

Diagramele de capabilitate nu oferă informații suficiente privind comportarea în regim tranzitoriu a excitatoarelor. Din această cauză

La transfermetru s-au citit, pentru fiecare frecvență, valorile amplitudinii semalelor în mV și) s-a exprimat atenuarea în dB. Defazajul intrare—ieșire se citește direct în grade.

Cu valorile respective s-au întocmit diagrame BODE), un exemplar fiind prezentat în figura 6. După cum se indică și în literatura de specialitate, s-a considerat ca domeniu de lucru banda de frecvență pentru care atenuarea nu scade sub 3 dB.

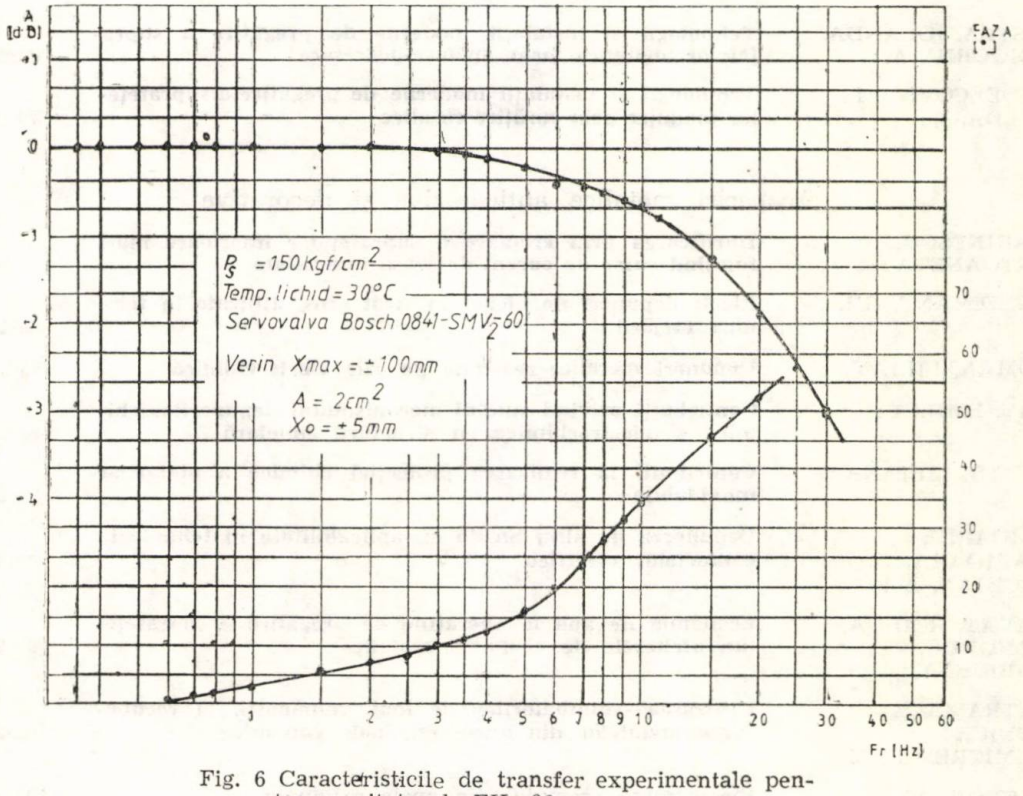


Fig. 6 Caracteristicile de transfer experimentale pentru excitatorul EH—06.

s-au determinat experimental caracteristicile de transfer ale acestora, respectiv caracteristica amplitudine — frecvență și fază — frecvență.

Instalația folosită este aceea din figura 2. Semnalul furnizat de traductorul de la tija de ieșire a MHL este comparat în analizorul transfermetrului cu semnalul de la generatorul electronic. Frecvența de 0,1 Hz a fost considerată frecvență de referință, pentru care raportul amplitudinii semnalelor ieșire — intrare este unitar.

Concluzii

Excitatoarele electrohidraulice realizate au corespuns cerințelor, iar cercetarea experimentală a acestora a permis o analiză a influenței diferiților parametri, conținuți în modelul matematic, asupra comportării dinamice, precum și o analiză a eficienței unor soluții constructive.

S-a putut realiza un compromis între reducerea frecării prin lagăre hidrodinmice și valoarea scurgerilor interioare, mărirea acestora ducînd la creșterea amortizării în sistemul de excitare și, în consecință, coborîrea limitei superioare a benzii frecvențelor de lucru.

SUMAR ANUAL PE PROBLEME

Anul 1984

TEHNOLOGII ŞI UTILAJE PENTRU ACOPERIREA ŞI FINISAREA SUPRAFEŢELOR

Autori	Temă	Pag./nr.
POPOVICI, D.:	**Realizări şi tendinţe în domeniul protecţiei suprafeţelor metalice**	55/2—3

Pregătirea suprafeţelor

RISTEA, IOLANDA, GRIGORIU, A.:	**Tehnologii şi instalaţii moderne de pregătire a suprafeţelor metalice prin spălare-degresare**	68/2—3
NEDELCOVICI, I., CULDA, I.:	**Tehnologii şi instalaţii moderne de pregătire a suprafeţelor metalice prin curăţire cu alice**	74/2—3

Acoperiri metalice anticorozive şi decorative

MARINESCU, ANTOANETA:	**Durificarea prin cromare a suprafeţelor interioare mari folosind surse de curent de joasă intensitate**	80/2—3
ANDONIANŢ, GH.:	**Electrodepuneri de nichel în strat gros, utilizate în tehnica forjării**	83/2—3
ROMAN, LILIANA:	**Depuneri metalice realizate pe cale electrochimică**	85/2—3
BAY, EMILIA:	**Contribuţii privind studiul mecanismului depunerilor chimice şi electrochimice cu structură lamelară**	88/2—3
KÖNIG, LILIANA:	**Contribuţii la realizarea protecţiei chimice a oţelurilor inoxidabile**	91/2—3
BLIDARIU, MARIOARA, SACHIAN, A.:	**Depunerea de aliaj Sn-Pb cu aplicabilitate în tehnologia contactelor electrice**	95/2—3
GAVĂŢ, RODICA, SIMIONUC, GABRIELA,:	**Economia de apă la operaţiile de pregătire a suprafeţei din atelierele de acoperiri metalice**	99/2—3
PĂTRAŞCU, RODICA, DUMITRESCU, M.:	**Utilizarea schimbătorilor de ioni, româneşti, la recuperarea metalelor din apele reziduale galvanice**	102/2—3
ASENOV, AL., DIMCEV, D.:	**Recuperarea cromului din apele reziduale**	107/2—3
ASENOV, AL., DIMCEV, D.:	**Denocivizarea fotochimică a apelor reziduale care conţin crom**	111/2—3
POPESCU, E., ILIE, E.:	**Evoluţii în domeniul echipamentelor şi instalaţiilor de acoperiri metalice**	115/2—3
PIŢURESCU, I.: COTEŢ, DOMNICA, DORIN, E.:	**Protecţia catodică — tehnologie modernă de protecţie anticorozivă a structurilor metalice**	119/2—3
COTEŢ, DOMNICA, ILIE, E., COTEŢ, GH.:	**Instalaţie automată, de tip VIBROBOT, pentru tratamentul electrochimic al pieselor în vrac**	123/2—3

MOTOARE CU ARDERE INTERNĂ

Soluţii energetice

BĂLOIU, S., DINU, N., GLĂJA, N., TRANCĂ, I., TOTHEZAN, P., GRÜNWALD, B.:	**Cu privire la performanţele unui motor diesel echipat cu cameră de ardere divizată, prevăzută cu difuzare de geometrie constantă şi variabilă**	127/4

ALBOTEANU, R., TEODORESCU, L., STOICA, N. : **Calculul geometriei unei camere de turbionare tip COMET V** 134/4

BĂȚAGA, N., CĂZILĂ, AURICA, TEBEREAN, I., PÎNȚA, A. : **Cercetări privind uniformitatea debitării pompelor de injecție cu distribuitor rotativ** 139/4

SFINȚEANU, D. : APOSTOLESCU, N. : **Considerații privind evaluarea raportului între performanțele motorului diesel și regimul termic al pieselor camerei de ardere** 149/4

Combustibili neconvenționali

APOSTOLESCU, N., GRÜNWALD, B., CAZAN, GH., NEGURESCU, N., PANĂ, C., POPA, M.G., NEDELCU, D., VLĂDĂREANU, V., RADU, B. : **Cercetări privind optimizarea corelației regim de funcționare — avans la injecție — grad de recirculare a gazelor, la un motor diesel rapid alimentat cu emulsii de metanol în motorină** 152/4

ZUGRĂVEL, M., GAIGINSCHI, R., GIURCĂ, V., HOMUȚESCU, C.A., WASKIEWICZ-FILIOREANU, N., PAȘA, D. : **Cercetări privind adaptarea pe autoturism a motorului ARO L-25, alimentat prin injecție directă de metanol** 158/4

STOICA, N., DINU, N., SOARE, V., DRĂGUȚAN, L., TOMESCU, A., POTCOAVĂ, Z. : **Cercetări privind utilizarea amestecului de benzină-metanol la m.a.s.** 167/4

Aspecte tribologice

DINU, N., TRANCĂ, I., ILISEI, M.,, PETRE, I.: **Ulei multigrad de tip M 15 V 40 Super 3, destinat motoarelor diesel supraalimentate** 175/4

DINU, N., COSMENSCU, NADEJDEA, EMILIA, BRATU, C., COSMESCU, M., STANCU, ȘT. : **Noi aspecte ale fenomenelor de frecare-uzură, caracteristice lagărelor de alunecare cu pereți subțiri și proprietăți autolubrifiante, executate din bandă multistrat** 178/4

PRELUCRĂRI PRIN AȘCHIERE

RUSU, St., PETRICĂ, I. : **Estimarea durabilității sculelor așchietoare prin modelarea uzurii acestora cu ajutorul unui proces Markov staționar** 201/5

GRIGORIU, TH. : **Contribuții privind tipizarea condițiilor, modul de lucru și evaluarea rezultatelor, la încercările de durabilitate a cuțitelor de strung** 205/5

BRĂGARU, A., PĂNUȘ, V., ARMEANU, A., DULGHERU, L. : **Particularități constructive ale seturilor de elemente modulate folosite pentru asamblarea dispozitivelor de prelucrare prin așchiere pe mașini-unelte** 213/5

MILOIU, GH., VIȘĂ, FL., FRĂȚILĂ, R. : **Ascuțirea frezelor-melc STAS 3092/3-76, pe mașina tip 3 A 622** 223/5

ERMANLIUC, V.' OLARIU, N. : **Procedee tehnologice și mașini speciale pentru executarea găurilor adînci** 235/5

RISTEA, IOLANDA, NEAGU, A. : **Tehnologii de finisare a suprafețelor prin vibrare** 245/5

VASILESCU, D. G., IATAN, R., MUNTEANU, M. : **Instalații toroidale pentru finisarea suprafețelor prin vibrare** 249/5

NEDELCOVICI, I., TEODORINI : **Tehnologii, sisteme și echipamente pentru recuperarea și gospodărirea șpanului** 254/5

GROZDANOVA, SNEJINA, GHEORGHIEVA : **O metodă pentru sinteza optimă a structurii mașinilor-unelte agregat** 262/5

BUZATU, C. : **Optimizarea multicriterială a parametrilor regimului de așchiere la operația de strunjire** 272/5

BERINDE, V., CADAR, TH. : **Contribuții la optimizarea procesului de severuire, p. I** 277/5

IVAN, N. V.. : ANGHELESCU, V. : **Formule de calcul rapid al adaosurilor de prelucrare** 284/5

SECTOARE CALDE

Tratamente termice

WANYOREK, C.': **Structura reală a fierului gama și modalitățile participării transformărilor alotropică și de precipitare la procesele de călire martensitică/bainitică ale oțelului și ale aliajelor de același tip** 287/6

PANTEA, V., **Unele probleme actuale și de perspectivă ale tratamentelor termice și termochimice** 291/6

UDROIU, I., COLAN, H. : **Tratamente termice în atmosferă de azot și hidrogen aplicate pieselor obținute prin deformare la cald din oțeluri inoxidabile austenitice** 295/6

DRUGĂ, L., FRANCISC, VERONICA, EVGHENIDE, C., COTRUȚĂ, V. : **Creșterea durabilității bacurilor de rulat filet prin aplicarea unor tratamente termice superficiale** 297/6

DOBRESCU, R. N., OPROESCU, GH., DRUGĂ, L. : **Determinări experimentale de durabilitate pentru sculele așchietoare din oțel rapid tratate termic în vid** 302/6

ȘERBAN, C., TUDORAN, P., DRUGĂ, L. : **Influența procesului de sulfizare anodică asupra caracteristicilor tribologice ale pieselor și sculelor** 306/

PANTEA, V., SOLACOLU, MARIA, MĂRGINEAN, ELENA, DIACONU, D., CIVEANU, E., **Durificarea prin tratament termochimic a roților dințate din fontă cu grafit nodular** 312/6

UDROIU, I., COLAN, H. : **Tratamente termice aplicate reducțiilor conice obținute prin deformare la rece din țevi de oțeluri austenitice** 316/6

LUCA, V., INȚA, D., ȘERBAN, C., ANDREESCU, F., FORJE, A. : **Aspecte inedite privind interacțiunea prin superpoziție de cîmpuri de energie, în cazul tratamentelor termice de sulfocianizare și sulfizare** 318/6

SABAC, MARIA : **Contribuții la reducerea consumurilor de energie și oțeluri aliate prin aplicarea nitrurii în cuptorul cu strat fluidizat** 325/6

Deformare plastică

LAMMERT, FR., DRIG, C. : **Îmbunătățirea constructivă și funcțională a cuptoarelor cu vatră rotativă** 332/6

PETCULESCU, P., CIUPINĂ, V., LUNGU, I. : **Dispozitiv automat pentru controlul cu ultrasunete al pieselor forjate tip inel** 335/6

UTILAJ PETROLIER

MIHĂILESCU, A., BUCUR, GH., GORDUZA, STELUȚA : COSMA, RALUCA : **Dezvoltarea utilajului petrolier în R.S.R., în concordanță cu cerințele interne și pe plan mondial, în perspectiva anilor 1990—2000 . . 2001** 349/7—8

CRISTEA, V. : **Analiza performanţelor echipamentelor componente ale sistemului de manevră al instalaţiilor de foraj, în raport cu datele de construcţie a sondelor** 356/7—8

VIŞOIU, D., MIHĂILESCU, A., ŞTEFĂNESCU, A., COSMA, RALUCA : **Platforme fixe pentru exploatarea petrolieră din Marea Neagră** 360/7—8

RAŢĂ, P. : **Condiţii tehnice şi soluţii constructive pentru instalaţii de foraj şi alte echipamente petroliere destinate să lucreze în zone ostile** 367/7—8

GRĂDIŞTEANU, I., MIHĂILESCU, A., PELLE, V., ŞCHIOPU, D., IRIMIE, D., **Gama instalaţiilor de forat galerii orizontale destinate amenajărilor hidroenergetice şi miniere pentru extracţia petrolului** 373/7—8

PELIGRAD, N. : **Contribuţii teoretice şi experimentale privind pierderile hidraulice în convertizoarele hidraulice de cuplu cu o treaptă, destinate instalaţiilor de foraj** 378/7—8

PELIGRAD, N. : **Optimizarea calculului de proiectare a convertizoarelor hidraulice de cuplu cu o treaptă, destinate instalaţiilor de foraj** 385/7—8

POPOVICI, A., ŞTEFĂNESCU, A., SUPROVICI, P. : **Consideraţii asupra metodelor de calcul al structurilor platformelor fixe marine** 395/7—8

GRĂDIŞTEANU I., RĂDULESCU, A., NICOLESCU, B. : **Noi realizări constructive în optimizarea acţionării directe a sapei pe talpă** 401/7—8

GRĂDIŞTEANU, I., RĂDULESCU, A., ONICĂ, C. : **Soluţii noi în construcţia agregatelor de pompare pentru ţiţei în instalaţiile de suprafaţă** 411/7—8

LOVCEV, S., SIDORENCO, O., GRĂDIŞTEANU, I., GAVRILENCO, V. : **Contribuţii teoretice privind optimizarea constructivă a pieselor de uzură ale pompelor de foraj** 416/7—8

TĂNASE, N., CONSTANTIN, GH. : **Contoare cu turbină pentru măsurarea debitelor fluidelor petroliere** 426/7—8

COSTIN, I., MIHĂILESCU, A., RĂDULESCU, G., POPOVICI, V. : **Restabilirea relaţiilor de lucru ergonomice pentru sondorul şef** 435/7—8

BABSKOW, AL., DUMITRESCU, G., MANU, GH., NIŢU, N. : **Contribuţii la realizarea aparaturii pentru investigarea geofizică a sondelor prin metoda carotajului inductiv** 439/7—8

DUMITRESCU, S., GRIGORESCU, N., TOMESCU, A. : **Cabine tehnologice de tip „GEOFOR" pentru conducerea asistată de calculator a procesului de foraj** 447/7—8

OPREA, D. : **Consideraţii asupra colectării, separării, tratării şi transferului în sistem închis ale ţiţeiului şi gazelor asociate în şantierele petroliere de uscat, din România** 454/7—8

SORIN, O., CROITORU, P.: **Realizări şi perspective ale aplicării borurării în fabricaţia de utilaj petrolier** 460/7—8

PRELUCRĂRI NECONVENŢIONALE

ROMAN, I., MANIŢIU, C., TODOR, C. : **Realizări şi tendinţe în domeniul prelucrărilor neconvenţionale în construcţia de maşini** 465/9

DRIMER, D. : **Asupra izvoarelor şi resurselor ştiinţifice ale tehnologiilor neconvenţionale** 470/9

Prelucrări prin electroeroziune

MANIŢIU, C., DIMITRIU, N., ANDREESCU, M. : **Utilizarea proprietăţilor cuplurilor de materiale la prelucrarea electroerozivă în scopuri industriale** 474/9

OBACIU, GH., IVAN, M. : **Mecanism electromecanic de avans pentru mașini de electroeroziune** 478/9

Prelucrări electrochimice

IVAN, M., OBACIU, GH. : **Analiza calitativă și cantitativă a parametritor care determină precizia prelucrării prin eroziune electrochimică** 483/9

GHERGHEL, N., PLĂHTEANU, B., TOFAN, I., LEPĂDATU, D. : **Optimizarea globală a principalilor parametri de lucru la rectificarea electrochimică abrazivă, cu apăsare constantă a aliajelor dure sinterizate** 489/9

POPA, E., DIMITRIU, RUXANDRA, ORĂȘANU, GH. : **Contribuții la proiectarea proceselor tehnologice și a dispozitivelor de lucru pentru debavurarea electrochimică** 495/9

CUCULEANU, GEORGETA : **Proiectarea camerelor de lucru folosite la prelucrarea electrochimică** 502/9

Prelucrări cu laser și ultrasunete

CRIȘAN, RODICA, STEINER, V., CĂLIN, M., RIGEAN, ABDULA, **Modelarea și experimentarea tehnologiei de prelucrare pe contur cu ajutorul laserului cu CO_2** 504/9

AMZA, GH. : **Cercetări privind influența ultrasunetelor asupra tensiunilor remanente în diferite produse prelucrate sau tratate cu ultrasunete** 508/9

CRIȘAN, RODICA, STEINER, V. : **Optimizarea cuplului concentrator-sculă în prelucrarea materialelor prin ultrasunete** 521/9

Prelucrări prin electroeroziune

DIMITRIU N., FANARU, N., STEINER, V. : **Determinarea experimental-analitică a parametrilor tehnologici la mașinile de prelucrat prin electroeroziune** 527/10

GOGOAȘĂ, I., ANDREESCU, M., JITIANU, GH., SĂNDULESCU, GH. : **Contribuții la crearea sistemului și tehnologiei de prelucrare prin electroeroziune, cu electrod filiform, comandă numerică (CNC) și control adaptiv „ELEROFIL-10"** 531/10

OBACIU, GH., IVAN, M. : **Stand pentru testarea funcționalității mecanismelor electromecanice de avans** 536/10

Prelucrări electrochimice

CUCULEANU, GEORGETA : **Calculul concentrației de hidrogen care se degajează la catod, în timpul prelucrării electrochimice** 540/10

IVAN, M., OBACIU, GH. : **Debavurarea electrochimică a roților dințate cilindrice. Tehnologie și utilaj** 544/10

NANI, V., NICA, M. : **Procedeu pentru finisarea roților dințate cilindrice cu dinți drepți, prin eroziune electrochimică** 549/10

Prelucrări cu laser și ultrasunete

DRĂGĂNESCU, V., AXINTE, C., FARCAȘ, I., GUȚU, I., NEMEȘ, G. : **Echipamente cu laser pentru prelucrări neconvenționale** 554/10

DUMITRACHE, FL., DRIMER, D. : **Cercetări privind aplicarea sistemelor oscilante complexe, cu oscilații de torsiune, la sudarea cu ultrasunete a metalelor** 562/10

AMZA, GH. : **Cercetări teoretice și experimentale privind sudarea cu ultrasunete a firelor, a foliilor și a foițelor pe plăci** 568/10

Alte procedee neconvenționale

TUREAC, I. : **Presarea la rece prin electrohidroimpulsuri** 574/10

IOVA, RODICA : **Tensiuni și deformații în procesul de metalizare** 579/10

STĂNCIULESCU N. : **Preocupări în domeniul metalizării prin pulverizare** 585/10

PROIECTARE ASISTATĂ DE CALCULATOR

DINCĂ, FL. : **LIPCON — VR/SC — un limbaj conversațional de descriere în spațiul tridimensional** 589/11

GÜRTLER, P. : **Proiectarea asistată de calculator a ștanțelor monobloc cu un cuib** 597/11

MUNTEAN, C., MACAVEI, ADELA, IACOVACHI, FLORINA : **Tipizarea roților dințate cilindrice exterioare din oțel de uz general** 605/11

TEIANU, N. : **Metodă numerică pentru calculul învelișurilor refractare multistratificate pentru cuptoare de topire sau încălzire (regim stabilizat termic)** 622/11

TRUFINESCU, ȘT. SCHMIDT, V., LAZĂR, MIHAELA, RADU, C., BIZON, GH., GÎRJĂU, E., GHIȚĂ, MARIA, OTETELIȘANU, CRISTINA : **Sistem de pregătire tehnologică a fabricației, asistată de calculator, pentru producția de serie mică și unicate** 627/11

TRUFINESCU, ȘT., BIZON, GH. : **OPTIS — programe pentru optimizarea regimurilor de așchiere la strunjirea cu cuțit** 636/11

TRUFINESCU, ȘT., LAZĂR, MIHAELA, RADU, C., BIZON, GH. GÎRJĂU, E., OTETELIȘANU, CRISTINA, GHIȚĂ, MARIA, COCORA, O., ȚÎNȚĂREANU, R., MITREA, I., HARALAMBIE, L., DAVIDEANU, I., TOPOLESCU, DIANA, KISCH, MARIANA : **SINOT — sistem de normare operativă, asistată de calculator, pentru producția de serie mijlocie** 642/11

COCORA, O., ȚÎNȚĂREANU, R. : **Clasificarea constructivă și tehnologică a familiilor de reper din construcția de mașini-unelte** 647/11

LÁSZLO, FR. BRĂTFĂLEAN, I., VAIDA, CECILIA : **Proiectarea procesului tehnologic de prelucrare pe strung frontal semiautomat, de conturare, cu ajutorul calculatorului PROCAMA — sistem de proiectare automată a camelor de comandă** 651/11

MECANICĂ FINĂ ȘI ACȚIONĂRI HIDRAULICE

DEMIAN, ȚR., PASCU, A. : **Lagăre radiale bazate pe tensiunea superficială a lichidelor** 657/12

DEMIAN, ȚR., PASCU, A., POSTELNICU, VL. : **Construcția și calculul lagărelor autoportante plane, cu canale spirale, pentru aparate** 662/12

DUMITRESCU, N. : **Metodă și aparat pentru evaluarea rugozității și capacității portante a suprafețelor** 665/12

IONESCU-MUSCEL, SILVIA, CRĂCIUN, MARCELA : **Modelarea procesului de transport al filmului de către mecanismului cu grifă** 666/12

DEMIAN, TR., GRECU, E. :	Considerații privind sistemele de blocare utilizate în echipamentele periferice	670/12
MICU, C. A., CURIȚA, I. :	Influența parametrilor geometrici ai căilor de rulare asupra capacității de încărcare dinamice de bază a rulmenților cu bile	675/12
HELLER, A. :	Posibilitatea realizării unor manometre cu burduf și traductor Hall de deplasare liniară, pentru măsurarea înregistrarea și reglarea presiunii fluidelor	678/12
IONESCU-MUSCEL, SILVIA, NĂSTASE, V. :	Metodă și stand pentru verificarea obturatoarelor foto, centrale	682/12
NICOLAU, I. :	Acționări hidraulice pentru turbine cu abur	686/12
CIOBANU, E., IONESCU, I., CĂLINOIU, C. :	Cercetări privind realizarea unor excitatoare electrohidraulice destinate studiului sistemelor mecano-hidraulice de reglare automată	690/12

DIVERSE

MOȚOIU, R. :	Calea prin care conceptele de clasificare a defectelor și de eficacitate a sortării definesc strategia calității	1/1
CRIȘAN, GABRIELA :	Influența proiectării constructive și a tehnologiei de fabricație asupra uzurii pieselor motoarelor cu ardere internă	5/1
STURZU, A. :	Unele considerații cu privire la noțiunile de precizie de prelucrare, dimensiune teoretică, dimensiune nominală și ajustaj	15/1
STURZU, A. :	Propuneri cu privire la reconsiderarea noțiunilor de precizie de prelucrare, dimensiune nominală, dimensiune teoretică și ajustaj	19/1
STANCU, MARIA, MEIU, M. :	Dispozitive de control pentru centrale nuclearo-electrice	25/1
PIȚURESCU, I., ARION, S., HERGHELEGIU, P., POPESCU, E. :	Simulator pentru sistem de transport interoperațional în instalații automate de galvanizare	29/1
PIȚURESCU, I., COTEȚ G., MARINESCU, FL., RĂDULESCU, V. :	Modul autopropulsat ghidat prin fir	32/1
ROȘCA, A., APOSTOLINA, ALEXANDRA :	Realizarea prin ștanțare a sitelor perforate pentru filtre	36/1

DIRECȚII NOI DE CERCETARE

PREOTEASA, P. :	Puterea economică a industriei construcțiilor de mașini la temelia progresului neîncetat al patriei, a prosperității întregii noastre națiuni	341/7—8
RĂCHITĂ, E. :	Utilizarea materialelor ceramice la motoarele cu ardere internă	587/10
CRIȘAN, GABRIELA:	Materiale plastice în industria automobilelor	182/4
BĂNESCU, A., RĂCHITA, E. :	Combaterea poluării sonore și a vibrațiilor în construcția de mașini	197/4

MANIFESTĂRI TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

MANIȚIU, C. :	Informare privind lucrările Simpozionului international de prelucrări electrofizice, ISEM 17, 12—14 aprilie 1983, Birmingham, Anglia	525/9
VULPE, MAGDALENA :	Pompe și armături industriale de fabricație sovietică	525/9
CRIȘAN, GABRIELA:	Aparatură radio și electrică de măsură și control	526/9

DRUGĂ, L.: **O aniversare: profesorul Constantin Wanyorek** 339/6

DOCUMENTARE

BĂNCESCU, R.: **Un nou tip de motor diesel lent prezentat de firma Sulzer — Elveția** 181/4

NOUTĂȚI DIN ȚĂRILE SOCIALISTE

CÂRDU, M.: **Echipamente termoenergetice cu performanțe ridicate realizate de industria cehoslovacă** 40/1

x x x

Sumarul anual pe probleme 45/1

Indice alfabetic pe autori 52/1

INDICE ALFABETIC PE AUTORI

A

ALBOTEANU, R.: nr. 4, p. 134
AMZA, GH.: nr. 9, p. 508, nr. 10, p. 568
ANDONIANȚ, GH.: nr. 2—3, p. 80
ANDREESCU, F.: nr. 6, p. 318
ANDREESCU, M.: nr. 9, p. 474, nr. 10, p. 531
ANGHELESCU, V.: nr. 5, p. 284
APOSTOLESCU, N.: nr. 4, p. 149, p. 152
APOSTOLINA, ALEXANDRA: nr. 1, p. 36
ARION, S.: nr. 1, p. 29
ARMEANU, A.: nr. 5, p. 213
ASENOV, AL.: nr. 2—3, p. 107, p. 111
AXINTE, C.: nr. 10, p. 554

B

BAY, EMILIA: nr. 2—3, p. 88
BABSKOW, AL.: nr. 7—8, p. 439
BĂNESCU, A.: nr. 4, p. 197
BĂNCESCU, R.: nr. 4, p. 181
BĂLOIU, S.: nr. 4, p. 127
BĂȚAGA, N.: nr. 4, p. 139
BERINDE, V.: nr. 5, p. 277
BIZON, GH.: nr. 11, p. 627, p. 636, p. 642
BLIDARIU, MARIOARA: nr. 2—3, p. 95
BRATU, C.: nr. 4, p. 178
BRĂGARU, A.: nr. 5, p. 213
BRATFALEAN, I.: nr. 11, p. 651
BUCUR, GH.: nr. 7—8, p. 349

C

CADAR, TH.: nr. 5, p. 277
CAZAN, GH.: nr. 4, p. 152
CĂLIN, M.: nr. 9, p. 504
CALINOIU, C.: nr. 12, p. 690
CAZILĂ, AURICA: nr. 4, p. 139
CÂRDU, M.: nr. 1, p. 40
CIUPINĂ, V.: nr. 6, p. 335
CIOBANU, E.: nr. 12, p. 690
COLAN, H.: nr. 6, p. 295, p. 316
COCORA, O.: nr. 11, p. 642, p. 647
CONSTANTIN, GH.: nr. 7—8, p. 426
COSMA, RALUCA: nr. 7—8, p. 360
COSTIN, I.: nr. 7—8, p. 435
COSMESCU, NADEJDEA, EMILIA: nr. 4, p. 178
COSMESCU, M.: nr. 4, p. 178
COTEȚ, DOMNICA: nr. 2—3, p. 119, p. 123
COTEȚ, GH.: nr. 1, p. 36, nr. 2—3, p. 123
COTRUȚĂ, V.: nr. 6, p. 297
CRACIUN, MARCELA: nr. 12, p. 666
CRISTEA, V.: nr. 7—8, p. 356
CRIȘAN, RODICA: nr. 9, p. 504, p. 521
CRIȘAN, GABRIELA: nr. 11, p. 182, nr. 4, nr. 9, p. 526
CROITORU, P.: nr. 7—8, p. 460
CUCULEANU, GEORGETA: nr. 9, p. 502, p. 540
CULDA, I.: nr. 2—3, p. 74
CURIȚA, I.: nr. 12, p. 675

D

DAVIDESCU, I.: nr. 11, p. 642
DEMIAN, TR.: nr. 12, p. 657, p. 662, p. 670
DIACONU, D.: nr. 6, p. 312
DIMCEV, D.: nr. 2—3, p. 107, p. 111
DIMITRIU, N.: nr. 9, p. 474, nr. 10, p. 527
DIMITRIU, RUXANDRA: nr. 9, p. 495
DINU, N.: nr. 4, p. 127, p. 167, p. 175, p. 178
DINCA, Fl.: nr. 11, p. 589
DOBRESCU, R.N.: nr. 6, p. 302
DORIN, E.: nr. 2—3, p. 119
DRĂGUȚAN, L.: nr. 4, p. 167
DRAGANESCU, V.: nr. 10, p. 554
DRIMER, D.: nr. 9, p. 470, nr. 10, p. 562
DRIG, C.: nr. 6, p. 332
DRUGĂ, L.: nr. 6, p. 297, p. 302, p. 306, p. 339
DULGHERU, L.: nr. 5, p. 213
DUMITRACHE, FL.: nr. 10, p. 562
DUMITRESCU, G.: nr. 7—8, p. 439
DUMITRESCU, M.: nr. 2—3, p. 102
DUMITRESCU, N.: nr. 12, p. 665
DUMITRESCU, S.: nr. 7—8, p. 447

E

ERMALIUC, V.: nr. 5, p. 235
EVGHENIDE, C.: nr. 6, p. 297

F

FARCAȘ, I.: nr. 10, p. 554
FÎNARU, N.: nr. 10, p. 527
FORJE, A.: nr. 6, p. 318
FRANCISC, VERONICA: nr. 6, p. 297
FRAȚILĂ, R.: nr. 5, p. 223

G

GAIGINSCHI, R. : nr. 4, p. 158
GAVAT, RODICA : nr. 2—3, p. 99
GAVRILENCO, V : nr. 7—8, p. 416
GHERGHEL, N. : nr. 9, p. 495
GHIȚA, MARIA : nr. 11, p. 627, p. 642
GIURCA, V. : nr. 4, p. 158
GIVEANU, E. : nr. 6, p. 312
GÎRJAU, E. : nr. 11, p. 627
GLĂJA, N. : nr. 4, p. 127
GORDUZA, STELUȚA : nr. 7—8, p.
GOGOAȘĂ, I. : nr. 10, p. 531
GRĂDIȘTEANU, I. : nr. 7—8, p. 373, p. 411, p. 416
GRECU, E. : nr. 12, p.
GRIGORIU, A. : nr. 2—3, p. 68
GRIGORIU, TH. : nr. 5, p. 205
GRIGORESCU, N. : nr. 7—8, p. 447
GROZDANOVA, SNEJINA GHEORGHIEVA : nr. 5 p. 262
GRÜNWALD, B. : nr. 4, p. 127, p. 152
GUȚU, I. : nr. 10, p. 554
GÜRTLER, P. : nr. 11, p. 597

H

HARALAMBIE, I. : nr. 11, p. 642
HELLER, A. : nr. 12, p. 678
HERGHELEGIU, P. : nr. 1, p. 29
HOMUTESCU, C.A. : nr. 4, p. 158

I

IACOVACHI, FLORINA : nr. 11, p. 605
IATEN, R. : nr. 5, p. 249
ILIE, E. : nr. 2—3, p. 115, p. 123
ILISEI, M. : nr. 4, p. 175
INȚA, D. : nr. 6, p. 318
IONESCU, I. : nr. 12, p.
IONESCU-MUSCEL, SILVIA : nr. 12, p. 666, p. 682
IOVA, RODICA : nr. 10, p. 579
IRIMIE, D. : nr. 7—8, p. 373
IVAN, M. : nr. 10, p. 536, p. 544 ; nr. 9, p. 483, p. 478
IVAN, N.V. : nr. 5, p. 284

J

JITIANU, GH. : nr. 10, p. 531

K

KISCH, MARIANA : nr. 11, p. 642
KONIG, LILIANA : nr. 2—3, p. 91

L

LAMMERT, FR. : nr. 6, p. 332
LASZLO, FR. : nr. 11, p. 651
LAZAR, MIHAELA : nr. 11, p. 627, p. 642
LEPĂDATU, D. : nr. 9, p. 489
LOVCEV, S. : nr. 7—8, p. 416
LUCA, V. : nr. 6, p. 318
LUNGU, I. : nr. 6, p. 335

M

MANU, GH. : nr. 7—8, p. 439
MARINESCU, ANTOANETA : nr. 2—3, p. 80
MARINESCU, FL. : nr. 1, p. 32
MACAVEI, ADELA : nr. 11, p. 605
MANIȚIU, C. : nr. 9, p. 465, p. 474, p. 525
MARGINEAN, ELENA : nr. 6, p. 312
MEIN, M. : nr. 1, p. 25
MICU, C. A. : nr. 12, p. 642
MOȚOIU, R. : nr. 1, p. 1
MILOIU, GH. : nr. 5, p. 223
MIHĂILESCU, A. : nr. 7—8, p. 349, p. 360, p. 373, p. 435
MITREA, I. : nr. 11, p. 642
MUNTEAN, C. : nr. 11, p. 605
MUNTEANU, M. : nr. 5, p. 249

N

NANI, V. : nr. 10, p. 549
NASTASE, I. : nr. 12, p. 682
NEAGU, A. : nr. 5, p. 245
NEDELCOVICI, I. : nr. 2—3, p. 74, nr. 5, p. 254
NEGURESCU, N. : nr. 4, p. 152
NEDELCU, D. : nr. 4, p. 152
NICOLESCU, B. : nr. 7—8, p. 401
NIȚU, N. : nr. 7—8, p. 439
NICA, M. : nr. 10, p. 54,
NEMEȘ, GK. : nr. 10, p. 554
NICOLAU, I. : nr. 12, p. 686

O

OBACIU, GH. : nr. 9, p. 478, p. 483, nr. 10, p. 536, p. 544
OLARIU, N. : nr. 5, p. 235
ONICA, C. : nr. 7—8, p. 411
OPREA, D. : nr. 7—8, p. 454
OPRESCU, GH. : nr. 6, p. 302
ORĂȘEANU, GH. : nr. 9, p. 495
OTETELIȘANU, CRISTINA : nr. 11, p. 627, p. 642

P

PANĂ, C. : nr. 4, p. 152
PANTEA, V. : nr. 6, p. 291, p. 312
PASCU, A. : nr. 12, p. 657, p. 662
PANUȘ, V. : nr. 5, p. 213
PAȘA, D. : nr. 4, p. 158
PĂTRAȘCU, RODICA : nr. 2—3, p. 102
PETRE, I. : nr. 4, p. 175
PETRICĂ, I. : nr. 5, p. 201
PELLE, V. : nr. 7—8, p. 373
PELIGRAD, N. : nr. 7—8, p. 378, p. 385
PETCULESCU, P. : nr. 6, p. 335
PINȚA, A. : nr. 4, p. 139
PIȚURESCU, I. : nr. 1, p. 32, p. 29, nr. 2—3, p. 119
PLAHTEANU, B. : nr. 9, p. 489
POPA, E. : nr. 9, p. 495
POPA, M. G. : nr. 4, p. 152
POPOVICI, A. : nr. 7—8, p. 395.
POPOVICI, D. : nr. 2—3, p. 55
POPOVICI, V. : nr. 7—8, p. 435
POPESCU, E. : nr. 2—3, p. 115
POSTELNICU, VL. : nr. 12, p. 662
POPESCU, E. : nr. 1, p. 29
POTCOAVĂ, Z. : nr. 4, p. 167
PREOTEASA, P. : nr. 7—8, p. 341

R

RADU, B. : nr. 4, p. 152
RADU, C. : nr. 11, p. 642, p. . .
RAȚĂ, P. : nr. 7—8, p. 367
RĂCHIȚA, E. : nr. 10, p. 587, nr. 4, 197
RĂDULESCU, A. : nr. 7—8, p. 401, p. 435
RĂDULESCU, V. : nr. 1, p. 32

RIGEAN, ABDULA : nr. 9, p. 504
RISTEA, IOLANDA : nr. 2—3, p, 68, nr. 5, p. 245
ROMAN, I. : nr. 9, p. 465
ROMAN, LIANA : nr. 2—3, p. 83
ROȘCA, A. : nr. 1, p. 36
RUSU, ȘT. : nr. 5, p. 201

S

SABAC, MARIA : nr. 6, p.325
SACHIAN, A. : nr. 2—3, p. 95
SANDULESCU, GH. : nr. 10, p. 531
SCHIOPU, D. : nr. 7—8, p. 373
SCHMIDT, V. : nr. 11, p. 627
SFINȚEANU, D. : nr. 4, p. 149
SIDORENCO, O. : nr. 7—8, p. 416
SIMIONUC, GABRIELA : nr. 2—3, p. 99
SOARE, V. : nr. 4, p. 167
SOLACOLU, MARIA : nr. 6, p. 312
SORIAN, O. : nr. 7—8, p. 460
STANCU, ȘT. : nr. 4, p. 178
STANCU, MARIA : nr. 1, p. 25
STĂNCIULESCU, N. : nr. 10, p. 585
STEINER, V. : nr. 9, p. 504, p. 521, p. 527
STOICA, N. : nr. 4, p. 134, p. 167
STURZU, A. : nr. 1, p. 15, p. 19
SUPROVICI, A. : nr. 7—8, p. 395

Ș

ȘERBAN, C. : nr. 6, p. 306, p. 318
ȘTEFĂNESCU, A. : nr. 7—8, p. 360, p. 395

T

TĂNASE N. : nr. 7—8, p. 426
TEBERAN, I. : nr. 4, p. 139
TEIANU, N. : nr. 11, p. 622
TEODORINI, A. : nr. 5, p. 254
TEODORESCU, L. : nr. 4, p. 134
TODOR, C. : nr. 9, p. 465
TOFAN, I. : nr. 9, p. 465
TOMESCU, A. : nr. 4, p. 167, nr. 7—8, p. 447
TOTHEZAN, P. : nr. 4, p. 127
TOPOLESCU, DIANA : nr. 1, p. 642
TRANCĂ, I. : nr. 4, 127, p. 175
TRUFINESCU, ȘT. : nr. 11, p. 627, p. 642
TUDORAN, P.: nr. 66, p. 306
TUREAC, I. : nr. 10, p. 574

Ț

ȚÎNȚAREANU, R. : nr. 11, p. 642, p. 647

U

UDROIU, I. : nr. 6, p. 295, p. 316

V

VAIDA, CECILIA : nr. 11, p. 651
VASILESCU, D. G. : nr. 5, p. 249
VIȘA, FL. : nr. 5, p. 223
VIȘOIU, D. : nr. 7—8, p. 360
VLĂDAREANU, V. : nr. 4, p. 152
VULPE, MAGDALENA : nr. 9, p. 252

W

WANYOREK, C. : nr. 6, p. 287
WASKIEWICZ,-FILIOREANU, N. : nr. 4, p. 158

Z

ZUGRĂVEL, N. : nr. 4, p. 158

ATTENTION !

Foreign readers can subscribe through ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box. 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ATTENTION !

Les lecteurs étrangèrs de la revue pourront prendre des abonaments par ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ACHTUNG !

Ausländische Leser können sich abonnieren durch ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ВНИМАНИЕ !

Читатели иностранных стран могут абонироваться при ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

Revista „CONSTRUCȚIA DE MAȘINI", organ al Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini din Republica Socialistă România. Redacția la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcțiilor de mașini, cu sediul în București, Calea Victoriei 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poștal la ICTCM, șos. Olteniței nr. 105, București, sector 4, pentru revista „Construcția de mașini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Ploiești" str. Transilvaniei, nr. 29.

BALKANCAR !

EVIDENT !

CARUCIOARE ELEVATOARE ELECTRICE, CU MONTANT TELESCOPIC — STOCAREA DEPĂȘEȘTE CU 100% CAPACITATEA UTILAJELOR STANDARD

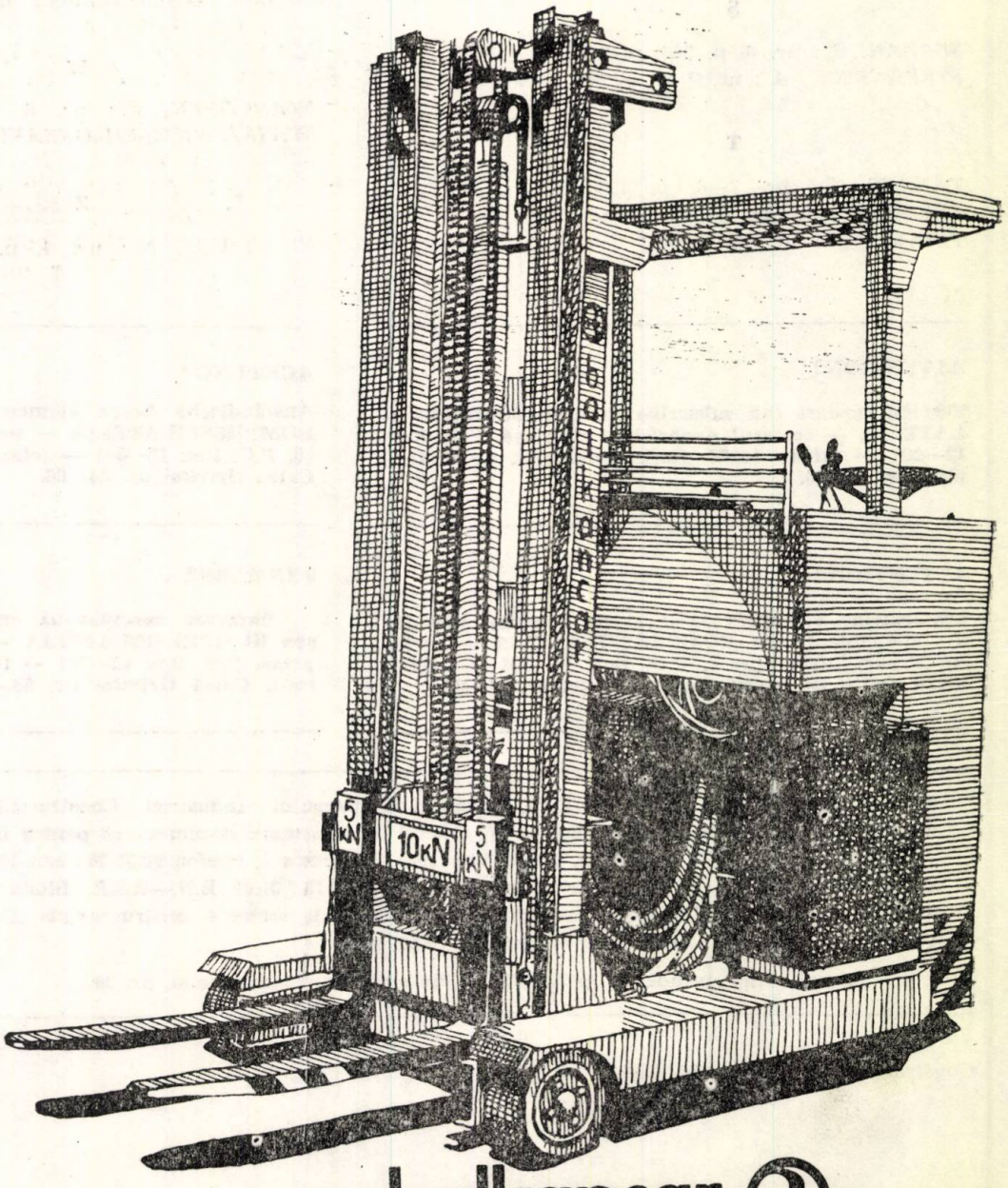
Asigură o creștere a volumului de depozitare în spațiile cu căi de acces înguste și cu un planșeu care nu permite supraîncărcarea.

EV 418.2 EV 418.3
EV 418.45.4 EV 418.56.4

Capacitatea de încărcare :
1000 kg
Înălțimea de ridicare :
3300, 4500 și 5600 mm.

balkancar

Bulgaria, 1040 Sofia
Bd. Kliment Ohridski, 48
Telefon 655-0[illegible] Telex 023431/2
Telegrame : Balkancar Sofia



balkancar

Publicom

balkancarpodem

BALKANCARPODEM

RIDICARE ŞI TRANSPORT ALE ÎNCĂRCĂTURII ÎN DEPLINĂ SECURITATE CU SCRIPEŢI ELECTRICI PE CABLU

- **Scripeţi electrici pe cablu, mufă cu două capete**
  - **Sarcina utilă — pînă la 12 500 kg**
  - **Înălţimea de ridicare — pînă la 36 m**
- **Scripeţi electrici pe cablu, mufă cu patru capete**
  - **Sarcina utilă — pînă la 16 000 kg**
  - **Înălţimea de ridicare — pînă la 11 m**
- **Pentru lucrul în mediu exploziv**
  - **Sarcina utilă de la 2000 la 4000 kg**
  - **Protecţia clasată în grupa II B**

• La alegere se livrează scripeţi pe cablu cu microridicare, cu o valoare redusă a înălţimii pierdute, cu protecţie termică, limitator de sarcină cu cheie de siguranţă la panoul de comandă, cu viteze înalte de ridicare.

• Tip de suspensie, comanda : cu ochi, cu cîrlig ; comandă liberă, comandă manuală, comandă electrică.

P O D E M — TOTDEAUNA — PESTE TOT — PENTRU TOT !

Exportator :

BALKANCARPODEM
Bulgaria, 1040 Sofia,
Bd. Kliment Ohridski nr. 48

Telefon : 655.01 ; Telex : 22665

Telegrame : BALKANCARPODEM — Sofia

Informaţii privind posibilităţile de livrare se pot obţine la

MECANOEXPORTIMPORT

Consultaţii tehnice :

Biroul tehnic şi comercial Balkancar

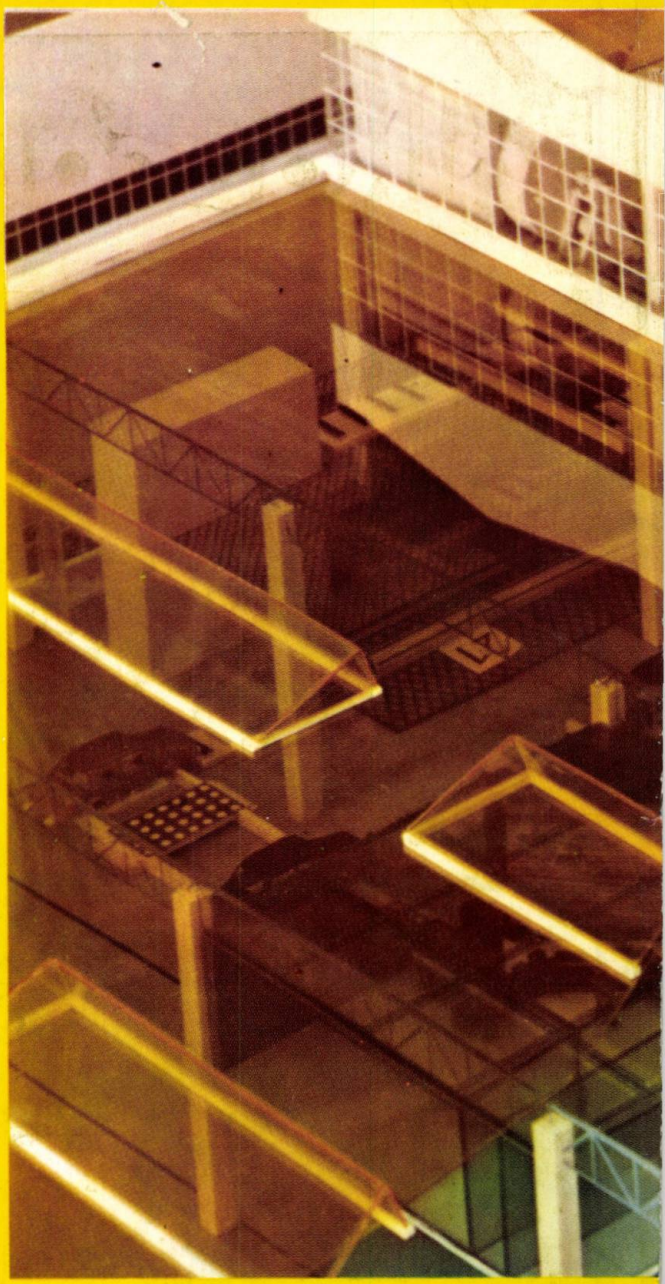
Bucureşti, str. Galaţi nr. 32

Telefon : 11.91.62

PUBLICOM

ICTCM EFECTUEAZĂ:

● Studiul problemelor tehnologice individuale sau legate de realizarea unui anumit produs ; ● Elaborarea de procedee tehnologice noi sau dezvoltarea și îmbunătățirea unor tehnologii existente ; ● Experimentarea în laborator și în producție a procedeelor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de execuție pentru liniile, mașinile, dispozitivele sau sculele necesare aplicării tehnologiilor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de utilare tehnologică a secțiilor sau atelierelor în care se vor realiza tehnologiile respective ; ● Construcția în ateliere proprii a utilajelor proiectate ; ● Execuția de prototipuri de mașini și dispozitive și experimentarea acestora în vederea introducerii lor în fabricația de serie ; ● Elaborarea de metode de măsură și control interoperații și final, proiectarea și executarea utilajelor necesare controlului și sortării cu diferite grade de automatizare ; ● Proiectarea și executarea de bancuri de probă pentru studii de laborator și fabricația de serie ; ● Organizarea fabricației, transportului intern și depozitării în secțiile și atelierele destinate aplicării noilor tehnologii, planificarea și urmărirea producției ; ● Elaborarea de sisteme pentru automatizarea pregătirii tehnologiei precum și pentru planificare, lansare și urmărire cu ajutorul calculatorului electronic ; ● Acordarea de asistență tehnică pentru aplicarea procedeelor tehnologice elaborate și pentru punerea în funcțiune a utilajelor proiectate și executate ; ● Acordarea de licențe, know-how și punerea la dispoziție a documentației de execuție pentru lucrările executate de institut.



C3905 APR-2-5